



**PROYEK AKHIR TERAPAN – RC146599**

**ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON  
PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU  
MALANG JAWA TIMUR**

**TAUFIQ HIDAYAT  
NRP.10111410000056**

**DOSEN PEMBIMBING I  
R. Buyung Anugraha A., ST. MT.  
NIP 19740203 200212 1 002**

**DOSEN PEMBIMBING II  
Afif Navir Refani, ST. MT  
NIP 19840919 201504 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON  
PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU  
MALANG JAWA TIMUR**

**TAUFIQ HIDAYAT  
NRP.10111410000056**

**DOSEN PEMBIMBING I  
R. Buyung Anugraha A., ST. MT.  
NIP 19740203 200212 1 002**

**DOSEN PEMBIMBING II  
Afif Navir Refani, ST. MT  
NIP 19840919 201504 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**





**STRUCTURE PLANNING ALTERNATIVE OF HARVEST  
HOTEL USING PRECAST CONCRETE ON SLAB AND  
BEAM IN MALANG BATU CITY EAST JAVA**

**TAUFIQ HIDAYAT  
NRP.10111410000056**

**SUPERVISOR I  
R. Buyung Anugraha A., ST. MT.  
NIP 19740203 200212 1 002**

**SUPERVISOR II  
Afif Navir Refani, ST. MT  
NIP 19840919 201504 1 001**

**DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE  
ENGINEERING  
VOCATIONAL FACULTY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

#### PROYEK AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Terapan  
Pada Konsentrasi Bangunan Gedung  
Program Studi Diploma IV Departemen Teknik Infrastruktur  
Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
Surabaya, 30 Juli ..... 2018

Disusun oleh :

Mahasiswa



Taufiq Hidayat

NRP : 10111410000056

02 AUG 2018

Disetujui oleh :

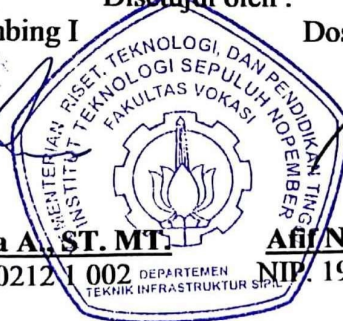
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Buyung Anugraha A., ST. MT.

NIP. 19740203 200212



Afir Navir Refani, ST. MT

NIP. 19840919 201504 1 001



**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :  
041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 20 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Alternatif Perencanaan Struktur Hotel Harvest dengan Menggunakan Metode Beton Pracetak Pada Pelat dan Balok di kota Batu Malang Jawa Timur		
Nama Mahasiswa	Taufiq Hidayat	NRP	10111410000956
Dosen Pembimbing 1	R. Buyung Anugraha A, ST.,MT. NIP 19740203 200212 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Afif Navir Refani, ST.,MT. NIP 19840919 201504 1 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"><li>- Cek momen balok dan pelat pracetak</li><li>- Cek penulangan dan sfiat minimal &amp; sfiat max</li><li>- Perbaikan metode pelaksanaan Tambahkan volume &amp; durasi</li><li>- Cek penulangan pelat Precast Slab komposit dan selang komposit</li><li>- Penggambaran tulangan tangga</li><li>- Tulangan balok pada tumpuan kerapi ada dibawah</li><li>- Sac kontrol penulangan sesuai umur beton</li><li>- Perempatan tulangan sengkang balok</li></ul>	 Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002
<ul style="list-style-type: none"><li>- Metode pelaksanaan diperbaiki, kurang nilai dg selang nya</li><li>- Gambar 2 pada laporan diperjelas (tata letak)</li><li>- Cek sfiat kuat tulangan sengkang</li><li>- Cek detail sfiat pada sambungan Balok-Balok</li><li>- Balok-balkon</li><li>- Daftar gambar, gambar Tambahkan sumber gambar</li><li>- No. gambar, jumlah halaman</li><li>- Gambar Perbaikan, wils. (Detail, detail, potongan)</li><li>- Cek tebal tumpuan garis, kode pelat (tulisan terbalik)</li><li>- Cek standarisasi penulangan TAT, penamaan halaman</li><li>- Tambahkan uraian kerapi dibuat dilatasi</li></ul>	Afif Navir Refani, ST.,MT. NIP 19840919 201504 1 001
	 Moh. Khoiri, ST. MT. Ph.D NIP 19740626 200312 1 001

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002	R. Buyung Anugraha A, ST.,MT. NIP 19740203 200212 1 002	Afif Navir Refani, ST.,MT. NIP 19840919 201504 1 001	Moh. Khoiri, ST. MT. Ph.D NIP 19740626 200312 1 001

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	R. Buyung Anugraha A, ST.,MT. NIP 19740203 200212 1 002	Afif Navir Refani, ST.,MT. NIP 19840919 201504 1 001





**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>


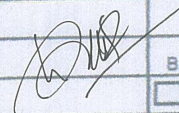
**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama**  
**NRP**  
**Judul Tugas Akhir**

: 1 Taufiq Hidayat  
 : 1 101141000056  
 :

2  
 2

**Dosen Pembimbing :**

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	11 Mei 2018	- Di gambar hasil perhitungan - Cek momen negatif akibat pengangkatan pada pelat. - 3 kondisi saja kontrol praecetak-mya (Pengangkutan, sebelum komposit dan setelah komposit) - Desain ulang plat praecetak (tinggi tulangan utamanya)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	11 Mei 2018	- cek tulangan pelat & hitung momennya saja, tidak perlu membanding tul. utama yg mom. - Kontrol praecetak ada 2, sebelum komposit dan setelah komposit, momen, periksa sebelum komposit apa saja harus & cek. - Revisi balok Gf1 (lihat momen yg keberingannya gmnana?)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket.**

- B = Lebih cepat dari jadwal
- C = Sesuai dengan jadwal
- K = Terlambat dari jadwal





**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 Taufiq Hidayat 2  
**NRP** : 1 10111410000056 2  
**Judul Tugas Akhir** :

**Dosen Pembimbing** :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
3	5 - Juni 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studi penghubung geser antara pelat di bagian dua-dua.</li> <li>• pertemuan Plat pracetak dengan plat yang lain di gambar!</li> <li>• Cara literature manajemen tulangan agar bisa di pasang dengan cepat &amp; gampang.</li> <li>• balok barbed jala di insitu harus di cek sumbernya terdapat balok pracetak.</li> <li>• gambar detail pengasturan tulangan pada tiap joint</li> </ul>				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	6 Juni 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisi Sumbungan antara pelat</li> <li>• kop samb, Revisi Tul. Tongga.</li> <li>• pembebanan pada retortang wall &amp; tambah beton asir</li> <li>• himbunan untuk RW di ganti dengan siku.</li> <li>• himbunan untuk febr RW di ganti 1,2 D (febr lama) + 1,6 L (baru)</li> <li>• Shear connector di pasang resto!</li> </ul>				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Ket.** :  
 B = Lebih cepat dari jadwal  
 C = Sesuai dengan jadwal  
 K = Terlambat dari jadwal

# **ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR**

**Dosen Pembimbing 1 : R. Buyung Anugraha A., ST. MT.  
NIP : 19740203 200212 1 002**

**Dosen Pembimbing 2 : Afif Navir Refani, ST. MT.  
NIP : 19840919 201504 1 001**

**Mahasiswa : Taufiq Hidayat  
NRP : 10111410000056  
Jurusan : Departemen Teknik  
Infrastruktur Sipil**

## **ABSTRAK**

Metode pracetak saat ini telah banyak digunakan dalam pembangunan konstruksi sipil. Hal ini terjadi karena beton pracetak memiliki beberapa kelebihan dibandingkan beton yang dicor di tempat (*cast in situ*). Kelebihannya antara lain yaitu proses pembuatannya yang tidak bergantung cuaca, tidak memerlukan banyak bekisting, waktu pengerjaan yang lebih singkat, biaya lebih murah, kontrol kualitas beton lebih terjamin serta menurut penelitian terbaru beton pracetak juga ramah lingkungan.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah menghasilkan alternatif perencanaan struktur gedung Hotel Harvest dengan metode pracetak, yang sebelumnya atau kondisi eksistingnya menggunakan beton cor di tempat. Merencanakan detailing penulangan dan sambungan pada elemen beton pracetak. Merencanakan struktur basement, merancang gambar teknik dari hasil modifikasi gedung ini, dan merencanakan metode pelaksanaan pelat dan balok pracetak. Gedung Hotel Harvest ini memiliki tinggi 6 lantai dan 3 basement. Gedung ini dirancang ulang menggunakan metode beton pracetak pada bagian balok dan pelat. Standar yang digunakan dalam perencanaan ini adalah perencanaan struktural menggunakan tata cara perhitungan

struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 2847:2013), dan tata cara perhitungan pembebanan untuk gedung (SNI 1727:2013), dan pembebanan gempa dihitung menggunakan tata cara perencanaan ketahanan gempa (SNI 1726:2012). Perencanaan gedung ini menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).

Hasil dari modifikasi gedung Hotel Harvest ini meliputi dimensi tebal pelat pracetak 9 cm dan *overtopping* 6 cm, dimensi balok induk setelah komposit 40/65 cm dengan dimensi balok pracetaknya 40/50 cm dan dimensi balok induk lainnya setelah komposit 30/50 cm dengan dimensi balok pracetaknya 30/45, dimensi balok anak setelah komposit 30/45 cm dengan dimensi balok pracetaknya 30/30 cm dan dimensi kolom yaitu 60x70 cm. Sambungan antar elemen pelat pracetak dengan *overtopping* menggunakan *shear connector*, untuk sambungan antara pelat dengan pelat menggunakan sambungan menerus, lalu untuk sambungan antara balok induk dengan kolom menggunakan sambungan menerus serta konsol pendek, dan sambungan antara balok anak dengan balok induk menggunakan sambungan konsol pendek. Pada tugas akhir ini juga disertakan metode pelaksanaan dari pekerjaan struktur pelat dan balok untuk satu *section*, satu *section* terdiri dari 7 balok induk, 2 balok anak dan 16 segmen pelat pracetak. Durasi untuk pekerjaan pelat pracetak untuk 1 *section* dengan volume beton sebesar 1,58m<sup>3</sup> adalah  $\pm 4$  jam dan durasi untuk pekerjaan balok pracetak pracetak untuk 1 *section* dengan volume beton sebesar 3,13m<sup>3</sup> adalah  $\pm 5$  jam, sedangkan durasi untuk pekerjaan pengecoran *overtopping* untuk 1 *section* dengan volume beton sebesar 8,25m<sup>3</sup> adalah  $\pm 1$  jam. Jadi untuk durasi pekerjaan satu *section* adalah  $\pm 10$  jam.

***Kata Kunci : Beton Bertulang, Hotel Harvest, Modifikasi Perencanaan, Pracetak, SRPMK.***

# **STRUCTURE PLANNING ALTERNATIVE OF HARVEST HOTEL USING PRECAST CONCRETE ON SLAB AND BEAM IN MALANG BATU CITY EAST JAVA**

**Supervisor 1** : **R. Buyung Anugraha A., ST. MT.**  
**NIP** : **19740203 200212 1 002**

**Supervisor 2** : **Afif Navir Refani, ST. MT.**  
**NIP** : **19840919 201504 1 001**

**Student Name** : **Taufiq Hidayat**  
**NRP** : **10111410000056**  
**Department** : **Department of Civil Infrastructure  
Engineering**

## **ABSTRACT**

Nowadays, precast method has been used in many civil construction. It happens because the using of precast concrete has several advantages compared to the in site cast concrete. The advantages are the making process isn't depend on the weather, doesn't need more framework, less work time, low cost, more guaranteed quality and more eco friendly.

The aim of this final project is to produce alternative structure plan of Harvest Hotel building with precast method which in the previous version uses in site cast concrete. Planning the detail of reinforcement and connection of precast concrete elements. Planning basement structure, planning technical drawing of this building modification, and to plan the implementation method of slab and precast beam. Harvest Hotel building is 6 floor building and has 3 basement. This building are replanned using the precast concrete method for beam and slab. The standart in this planning is the structural planning using the procedure of concrete structure calculation for building (SNI 2847-2013), to calculate the gravity load, PPIUG 1983 is used and the procedure of the load calculation for building (SNI 1727-2013) and the earthquake load are



calculated using the planning procedures of earthquake resistance ( SNI 1726-2012). The bulding planning uses the SRPMK.

The results of this modification of Harvest Hotel building include dimensions of precast plate 9 cm and overtopping 6 cm, dimension of composite beam after 40/65 cm with precast beam dimensions 40/50 cm and dimensions of the other main beam after 30/50 cm composite with 30/45 precast beam dimensions, 30/45 cm after beam composite dimensions with precast beam dimensions 30/30 cm and the dimension of the column is 60x70 cm. The connection between precast plate elements with overtopping uses a shear connector, for the connection between the plate and the plate using a continuous connection, then for the connection between the main beam and the column using a continuous and short cantilever connection, and the connection between the child beam and the main beam uses a short cantilever connection. In this final project also included the implementation method of the work of plate and beam structure for one section, one section consists of 7 main blocks, 2 children's blocks and 16 precast plate segments. The duration for precast platen work for 1 section with concrete volume of  $1.58\text{m}^3$  is  $\pm 4$  hours and the duration for precast pre-cast beam work for 1 section with concrete volume of  $3.13\text{m}^3$  is  $\pm 5$  hours, while the duration for casting work is overtopping for 1 section with a concrete volume of  $8.25\text{m}^3$  is  $\pm 1$  hour. So for the duration of work one section is  $\pm 10$  hours.

***Key Word : Reinforce concrete, Harvest Hotel, Planning Modification, Precast, SRPMK.***

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur terpanjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam serta tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Tersusunnya laporan tugas akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan. Untuk itu begitu banyak ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, saudara – saudara tercinta, sebagai semangat, dan yang telah banyak memberi dukungan moril maupun materil, terutama doa;
2. Bapak Dr. Machsus, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Diploma 4 Teknik Sipil Departemen Teknik Infrastruktur Teknik Sipil
3. Bapak R. Buyung Anugraha A., ST. MT. dan bapak Afif Navir Refani, ST. MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberi bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir
4. Teman – teman kelas B 2014 dan kelas A 2014 terima kasih atas bantuan survei data primer dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Disadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna, untuk itu diharapkan terdapat kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proyek akhir ini.

Dan akhir kami berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca

Surabaya, Juli 2018

Penyusun

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Data Bangunan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSATAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Umum.....	7
2.2 Sistem Struktur Gedung .....	7
2.2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen .....	8
2.2.1 Sistem ganda.....	10
2.3 Dilatasi .....	10
2.4 Konstruksi Tahan Gempa.....	12
2.5 Pembebanan .....	14
2.5.1 Beban Mati .....	14
2.5.2 Beban Hidup.....	14
2.5.3 Beban Angin.....	14
2.5.5 Beban Gempa .....	15
2.6 Kombinasi Pembebanan .....	16
2.7 Peninjauan terhadap Pengaruh Gempa.....	16
2.8 Sistem Beton Pracetak.....	18
2.9 Pelat Pracetak .....	19
2.9.1 Macam-macam pelat pracetak .....	19
2.9.2 Jenis-jenis sambungan pelat ke pelat.....	20
2.9.3 Titik Angkat untuk Pelat Beton Pracetak .....	21
2.9.4 Perencanaan Dimensi Pelat .....	23
2.9.5 Perencanaan Tulangan Pelat.....	24

2.10 Tangga .....	25
2.11 Balok Pracetak .....	25
2.11.1 Tipe Balok Pracetak.....	25
2.11.2 Penentuan Dimensi Balok .....	26
2.11.3 Perhitungan Tulangan Lentur Balok.....	27
2.11.4 Perhitungan Tulangan Geser Balok .....	27
2.11.5 Perhitungan Tulangan Torsi Balok.....	28
2.12 Kolom.....	29
2.12.1 Penentuan Dimensi Kolom.....	29
2.12.2 Perencanaan Tulangan Kolom.....	29
2.12.3 Persyaratan “Strong Coloumn Weak Beams” .....	29
2.13 Hubungan Balok Kolom SRPMK .....	30
2.13.1 Persyaratan Gaya dan Geometri .....	30
2.13.2 Persyaratan Tulangan Transversal.....	30
2.13.3 Panjang Penyaluran Batang Tulangan dalam Kondisi Tarik .....	31
2.14 Kontrol Elemen Pracetak.....	32
2.14.1 Kontrol Pengangkatan pelat.....	34
2.14.2 Kontrol Pengangkatan balok .....	35
2.14.3 Kontrol Penumpukan.....	36
2.14.4 Kontrol Pemasangan.....	37
2.14.5 Kontrol Sebelum komposit.....	38
2.14.6 Kontrol Setelah Komposit .....	39
2.15.7 Kontrol Retak Tulangan .....	40
2.15 Sambungan Beton Pracetak .....	40
2.15.1 Sambungan Basah ( In-situ Concrete Joint) .....	41
2.15.2 Sambungan Kering ( <i>Dry Connection</i> ) .....	42
2.16 Struktur Basement .....	47
2.16.1 Umum .....	47
2.16.2 Dinding Basement .....	48
2.17. Metode Membangun dengan Konstruksi Pracetak .....	48
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>51</b>
3.1 Umum .....	51
3.2 Pengumpulan Data dan Studi Literatur .....	51
3.2.1 Pengumpulan Data.....	51
3.2.2 Studi Literatur dan Peraturan yang Dipakai .....	52
3.3 Pemilihan Kriteria Desain .....	53

3.4 Preliminary Design .....	60
3.4.1 Struktur Primer .....	61
3.4.2 Struktur Sekunder .....	61
3.5 Analisis Pembebanan .....	61
3.5.1 Beban Mati ( <i>dead load</i> ) .....	61
3.5.2 Beban Hidup ( <i>live load</i> ) .....	62
3.5.3 Beban Angin .....	62
3.5.4 Beban Gempa .....	62
3.6 Penulangan Struktur Sekunder .....	63
3.7 Permodelan Struktur dan Analisa .....	63
3.8 Kontrol Desain .....	63
3.9 Perhitungan Penulangan Struktur Primer .....	64
3.10 Perencanaan Sambungan .....	64
3.10.1 Perencanaan Sambungan pada Balok dan Kolom ....	64
3.10.2 Perencanaan Sambungan Balok Induk dengan Balok Anak .....	66
3.10.3 Perencanaan Sambungan Pelat-Balok dan Pelat-Pelat .....	66
3.11 Preliminary Bangunan Bawah .....	67
3.12 Penulangan Dinding dan lantai Basement .....	67
3.13 Gambar Rencana .....	68
3.14 Metode Pelaksanaan .....	68
3.15 Diagram Alir .....	69
<b>BAB IV PRELIMINARY DESAIN .....</b>	<b>71</b>
4.1 Umum .....	71
4.2 Perencanaan Dimensi Balok .....	71
4.3 Data Perencanaan Tebal Plat Lantai .....	73
4.4 Perencanaan Dimensi Kolom .....	75
<b>BAB V PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER .....</b>	<b>77</b>
5.1 Perhitungan tulangan pelat cor in-situ .....	77
5.2 Pemodelan dan Analisa Struktur Pelat Pracetak .....	81
5.2.1 Data Perencanaan .....	82
5.2.2 Pembebanan Pelat Lantai .....	82
5.2.3 Perhitungan Tulangan Pelat type HS-1 .....	84
5.2.4 Kontrol pelat pracetak .....	93
5.3 Perencanaan Balok Anak Pracetak .....	99

5.3.1 Data Perencanaan Balok Anak Pracetak.....	100
5.3.2 Pembebanan Balok Anak Pracetak.....	100
5.3.3 Perhitungan Pembebanan Balok Anak .....	100
5.3.4 Perhitungan Momen dan Geser .....	102
5.3.5 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Anak .....	102
5.3.6 Perhitungan Tulangan Geser .....	107
5.3.7 Kontrol balok pracetak .....	109
5.4 Perencanaan Balok Lift .....	113
5.4.1 Data Perencanaan .....	113
5.4.2 Pembebanan.....	116
5.4.3 Perencanaan Dimensi Balok Penumpu Lift.....	116
5.4.4 Perhitungan tulangan balok lift.....	116
5.5 Perencanaan Tangga.....	120
5.5.1 Data Perencanaan .....	120
5.5.2 Perhitungan Pembebanan dan Analisa Struktur .....	122
5.5.3 Analisa Gaya-Gaya Dalam .....	123
5.5.4 Perhitungan Tulangan Pelat Tangga dan Bordes.....	124
<b>BAB VI PERMODELAN STRUKTUR .....</b>	<b>129</b>
6.1 Umum .....	129
6.2 Data Perencanaan .....	129
6.3 Pembebanan Struktur.....	130
6.4 Kombinasi Pembebanan .....	130
6.5 Analisa Beban Gempa .....	131
6.5.1 Percepatan Respons Spektrum.....	131
6.5.2 Parameter Percepatan Respons Spektral.....	133
6.5.3 Respons Spektrum .....	133
6.5.4 Pembebanan Gempa Dinamis.....	136
6.5.6 Arah Pembebanan gempa .....	137
6.5.7 Faktor Reduksi Gempa (R).....	137
6.6 Permodelan dengan SAP 2000 .....	138
6.6.1 Besaran massa.....	138
6.6.2 Permodelan struktur.....	138
6.7 Kontrol Desain.....	139
6.7.1 Kontrol Partisipasi Massa.....	139
6.7.2 Kontrol Waktu Getar Fundamental .....	142
6.7.3 Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum ( <i>Base Shear</i> ) .....	144

6.7.4 Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai ( <i>Drift</i> ) .....	149
6.7.5 Kontrol Pemisahan Struktur .....	153
<b>BAB VII PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA.....</b>	<b>157</b>
7.1 Umum.....	157
7.2 Perencanaan Balok Induk.....	157
7.2.1 Data Perencanaan .....	157
7.2.2 Kontrol balok pracetak .....	169
7.3 Perencanaan Kolom.....	173
7.3.1 Perencanaan Kolom.....	173
7.3.2 Data Perencanaan .....	173
<b>7.3.3 Kontrol Dimensi Kolom</b> .....	<b>174</b>
7.3.4 Penulangan Lentur.....	175
7.3.5 Cek Syarat <i>Strong Column Weak Beam</i> .....	176
7.3.6 Penulangan Transversal Sebagai <i>Convinement</i> .....	176
7.3.7 Gaya Geser Desian .....	178
7.3.8 Sambungan Lewatan .....	180
7.3.9 Desain Hubungan Balok Kolom.....	180
7.3.10 Dimensi Join.....	180
7.3.11 Penulangan Transversal untuk <i>Confinement</i> .....	180
7.3.12 Perhitungan Geser Joint.....	181
7.4 Penulangan Sloof.....	182
<b>BAB VIII PERENCANAAN SAMBUNGAN .....</b>	<b>185</b>
8.1 Umum.....	185
8.2 Perencanaan Sambungan Balok dan Kolom.....	185
8.3 Perencanaan Sambungan Balok Anak dan Balok Induk	189
8.4 Perencanaan Sambungan Pelat dan Balok.....	192
<b>BAB IX PERENCANAAN RETAINING WALL .....</b>	<b>193</b>
9.1 Perencanaan Retaining wall sisi belakang.....	193
9.1.1 Data perencanaan .....	194
9.1.2 Penulangan Retaining wall sisi belakang .....	194
9.2 Perencanaan Retaining wall sisi depan.....	197
9.2.1 Data perencanaan .....	198
9.2.2 Penulangan Retaining wall sisi depan .....	198
<b>BAB X METODE PELAKSANAAN.....</b>	<b>201</b>
10.1 Umum.....	201



10.2	Metode Pelaksanaan Section A .....	201
10.2.1	Pekerjaan kolom .....	202
10.2.2	Pekerjaan Balok pracetak .....	203
10.2.3	Pekerjaan pelat pracetak .....	207
10.2.4	Pekerjaan overtopping .....	212
<b>BAB XI</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>217</b>
11.1	Kesimpulan.....	217
11.2	Saran .....	219
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>220</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>		<b>223</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>225</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Denah eksisting gedung Hotel Harvest .....	5
Gambar 1.2 Potongan memanjang eksisting gedung Hotel Harvest .....	5
Gambar 1.3 Potongan melintang eksisting gedung Hotel Harvest .....	6
Gambar 2. 1 Denah Bangunan Gedung Baik dan Kurang Baik ..	12
Gambar 2. 2 Peta gempa S1 .....	15
Gambar 2. 3 Peta gempa Ss.....	15
Gambar 2. 4 Tipe Pelat Pracetak .....	20
Gambar 2. 5 Sambungan Loop.....	21
Gambar 2. 6 Sambungan Menerus .....	21
Gambar 2. 7 posisi titik angkat pelat ( 4 titik angkat) .....	22
Gambar 2. 8 posisi titik angkat pelat ( 8 titik angkat) .....	23
Gambar 2. 9 Tipe Balok Pracetak .....	26
Gambar 2. 10 posisi titik angkat pelat ( 4 titik angkat) .....	34
Gambar 2. 11 Momen Saat Pengangkatan Balok.....	35
Gambar 2. 12 Sambungan Basah (In-Situ Concrete Joint).....	42
Gambar 2. 13 Sambungan Kaku antara Balok dengan kolom.....	43
Gambar 2. 14 Sambungan Kaku antara Balok dengan kolom menerus tanpa corbel atau shoulder .....	43
Gambar 2. 15 Sambungan Balok dengan Pin-Joint.....	44
Gambar 2. 16 Sambungan Pin-Joint pada Kolom dengan Baut sebagai Alat Sambung .....	44
Gambar 2. 17 Sambungan Kolom dengan Profil I .....	45
Gambar 2. 18 Sambungan Baut antara Kolom dengan Plat Cantilever pada Keempat Sisinya.....	46
Gambar 3.1 Ss dan S1 Surabaya berdasarkan Peta Zonasi Gempa Indonesia daerah.....	54
Gambar 3.2 Sambungan Balok dengan Kolom .....	65
Gambar 3.3 Parameter Geometri Konsol Pendek.....	65

Gambar 3.4 Sambungan Balok Induk - Balok Anak .....	66
Gambar 3.5 Sambungan Balok – Pelat .....	66
Gambar 4.1 Denah Balok Induk dan Balok Anak .....	72
Gambar 4.2 Denah pemasangan plat tipe HS-1 .....	74
Gambar 4.3 Luasan beban yang di terima kolom .....	75
Gambar 5.1 Pelat insitu type A.....	77
Gambar 5.2 Denah pelat pracetak type HS-1 .....	85
Gambar 5.3 Diagram Gaya Geser Horizontal Penampang Komposit .....	98
Gambar 6.1 Peta percepatan batuan dasar periodik pendek .....	131
Gambar 6.2 Peta percepatan batuan dasar perioda 1 detik .....	132
Gambar 6.3 Grafik Spektral Percepatan Gempa.....	135
Gambar 6.4 Permodelan Struktur Tampak Isometri (3D) .....	138
Gambar 6.5 Denah pemisahan struktur .....	139
Gambar 07.1 Detail Pembalokan.....	158
Gambar 07.2 Pembebanan Balok Induk Sebelum Komposit ....	159
Gambar 7.3 Denah Pembalokan .....	162
Gambar 7.4 Momen Saat Pengangkatan Balok Anak .....	170
Gambar 7.5 Kolom yang Direncanakan .....	174
Gambar 7.6 Hasil PCA-COL.....	175
Gambar 7.7 Diagram Interaksi Balok Sloof 40/70 .....	183
Gambar 8.1 Geometrik Konsol Pendek .....	186
Gambar 8.2 Detail Tulangan dengan Kait .....	189
Gambar 9.1 Diagram tegangan yang terjadi pada dinding penahan tanah sisi belakang.....	193
Gambar 9.2 Potongan lokasi retaining wall sisi belakang .....	193
Gambar 9.3 permodelan retaining wall sisi belakang.....	194
Gambar 9.4 permodelan retaining wall sisi depan.....	197
Gambar 9.5 Diagram tegangan yang terjadi pada dinding penahan tanah sisi depan.....	197
Gambar 10. 1 Metode pelaksanaan section A.....	201
Gambar 10. 2 Penulangan kolom dan korbél .....	202

Gambar 10. 3 Pemasangan bekisting kolom dan korbel .....	202
Gambar 10. 4 Kolom dan korbel setelah pelepasan bekisting...	203
Gambar 10. 5 Denah balok section A.....	203
Gambar 10. 6 Detail penulangan balok induk melintang 40/65	204
Gambar 10. 7 Pemasangan balok induk .....	206
Gambar 10. 8 Pemasangan balok anak.....	207
Gambar 10. 9 Denah pelat section A.....	207
Gambar 10. 10 Pembesian half slab tipe HS-1 .....	208
Gambar 10. 11 Pemasangan pelat pracetak .....	210
Gambar 10. 12 Pemasangan pelat pracetak dengan shoring di tengahnya .....	210
Gambar 10. 13 Pemasangan sambungan antar pelat .....	211
Gambar 10. 14 Sambungan pelat dan balok.....	211
Gambar 10. 15 Pemasangan tulangan geser pada HBK .....	212
Gambar 10. 16 Pemasangan tulangan overtopping .....	212
Gambar 10. 17 Pemasangan bekisting overtopping .....	213
Gambar 10. 18 Denah pengecoran overtopping pelat section A	213
Gambar 10. 19 Denah pengecoran overtopping balok section A .....	214

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkiraan Kuat Tekan Beton .....	32
Tabel 2.2 Perbandingan antara Sambungan Basah dan Sambungan Kering .....	46
Tabel 3.1 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.....	53
Tabel 3.2 Faktor Keutamaan Gempa.....	54
Tabel 3.3 Hasil Data Tanah Berdasarkan N-SPT .....	55
Tabel 3.4 Klasifikasi situs tanah.....	56
Tabel 3.5 Koefisien Situs, $F_a$ .....	57
Tabel 3.6 Koefisien situs, $F_v$ .....	57
Tabel 3.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek.....	59
Tabel 4.1 Rekapitulasi Dimensi Balok.....	73
Tabel 4.2 Beban hidup yang di tumpu kolom .....	76
Tabel 4.3 Beban mati yang di tumpu kolom .....	76
Tabel 5.1 Rekap tulangan pelat insitu type A.. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Tabel 5.2 Rekap tulangan pelat insitu type B.. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Tabel 5.3 Rekap tulangan pelat insitu type C.. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Tabel 5.4 Rekap tulangan pelat insitu type D.. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Tabel 5.5 Tabel $\beta_1$ .....	82
Tabel 5.6 Data lift penumpang .....	114
Tabel 5.7 Data lift barang.....	115
Tabel 6.1 Koefisien Situs $F_a$ .....	132
Tabel 6.2 Koefisien Situs $F_v$ .....	133
Tabel 6.3 Hasil Spektrum Respon Desain.....	135

Tabel 6.4 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek.....	136
Tabel 6.5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik .....	136
Tabel 6.6 Modal Mass Participation Ratios bangunan A .....	140
Tabel 6.7 Modal Mass Participation Ratios bangunan B .....	141
Tabel 6.8 Modal Mass Participation Ratios bangunan C .....	142
Tabel 6.9 Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	143
Tabel 6.10 Koefisien untuk Batas atas pada Periode yang Dihitung.....	143
Tabel 6.11 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung A pada sumbu X .....	151
Tabel 6.12 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung A pada sumbu Y .....	151
Tabel 6.13 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung B pada sumbu X .....	152
Tabel 6.14 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung B pada sumbu Y .....	152
Tabel 6.15 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung C pada sumbu X .....	153
Tabel 6.16 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung C pada sumbu Y .....	153
Tabel 6.17 Dilatasi Bangunan .....	155
Tabel 7.1 Rekapitulasi penulangan balok.....	173
Tabel 10. 1 Rekapitulasi volume pembesian balok pracetak ...	204
Tabel 10. 2 Rekapitulasi volume bekisting balok pracetak .....	205
Tabel 10. 3 Rekapitulasi volume beton balok pracetak.....	205
Tabel 10. 4 Nilai Produktivitas Pekerjaan Struktur Beton Bertulang .....	205
Tabel 10. 5 Rekapitulasi durasi pekerjaan balok pracetak .....	206
Tabel 10. 6 Rekapitulasi durasi pekerjaan balok untuk section A .....	206

Tabel 10. 7 Total Perkiraan Durasi Untuk Produksi Pelat Dan Balok Pracetak.....	215
------------------------------------------------------------------------------------	-----



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada era globalisasi saat ini, pembangunan tidak ada henti-hentinya, telah mendorong para ahli konstruksi untuk melakukan inovasi-inovasi dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Dalam pengembangan berbagai metode konstruksi yang ada, tidak terlepas dari tuntutan industri konstruksi untuk menghasilkan kemudahan pelaksanaan pekerjaan yang efektif dan efisien. Hal ini telah mendorong berkembangnya berbagai metode konstruksi yang ada untuk menjawab berbagai tantangan tersebut.

Salah satu metode yang digunakan adalah metode pracetak. Metode pracetak sebagai salah satu alternatif mempunyai kelebihan-nya antara lain yaitu proses pembuatannya yang tidak bergantung cuaca, tidak memerlukan banyak bekisting, waktu pengerjaan yang lebih singkat (efisiensi waktu sebesar 28.57%), kontrol kualitas beton lebih terjamin, penyelesaian finishing mudah, variasi finishing permukaan struktur pracetak dilakukan saat pembuatan komponen, termasuk coating untuk attack hazard seperti korosif, kedap udara, lahan proyek tidak luas, mengurangi kebisingan, lebih bersih serta ramah lingkungan, karena komponen pracetak dibuat ditempat lain. Beton pracetak akan lebih murah di bandingkan dengan beton konvensional jika volume dari komponen beton pracetak lebih dari 2200m<sup>3</sup>. Dengan kelebihan-kelebihan tersebut penggunaan pracetak semakin banyak ditemukan pada pembangunan konstruksi-konstruksi di Indonesia, terutama tuntutan penggunaan metode pracetak untuk struktur-struktur yang tinggi dengan bentuk gedung yang typical yang akan mengutungkan jika dilaksanakan dengan menggunakan metode pracetak.

Namun pemilihan pemakaian metode precast harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain digunakan pada pembangunan infrastruktur yang memiliki banyak elemen

struktur tipikal. Sehingga lebih mudah dalam pengerjaan karena hanya membutuhkan beberapa dimensi bekisting yang berbeda. Selanjutnya metode beton precast digunakan pada zona gempa rendah atau menengah. Hal ini dikarenakan sambungan pada elemen strukturnya belum menjamin untuk menahan gempa dengan intensitas tinggi.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan ulang gedung Hotel Harvest yang semula berjumlah 6 lantai dan 3 lantai basement menggunakan metode cor di tempat (in situ), di modifikasi menggunakan metode pracetak. Pemilihan gedung Hotel Harvest menggunakan metode pracetak karena mempunyai lebih banyak keuntungan dibandingkan metode konvensional yang sebelumnya digunakan, karena volumenya lebih dari  $2200\text{m}^3$ .

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam Perencanaan Hotel Harvest terdapat beberapa permasalahan yang timbul, antara lain :

1. Bagaimana menentukan sistem struktur yang sesuai dengan peraturan yang berlaku?
2. Bagaimana mendesain struktur plat, balok dan kolom sehingga memiliki dimensi yang efisien?
3. Bagaimana merancang struktur pracetak yang monolit sehingga mampu menahan beban lateral dan gravitasi ?
4. Bagaimana menghitung sambungan pracetak sesuai peraturan yang berlaku ?
5. Bagaimana menuangkan hasil perhitungan dan perancangan ke dalam bentuk gambar rencana?
6. Bagaimana membuat metode pelaksanaan pengerjaan plat dan balok pracetak?

## **1.3 Tujuan**

Dengan rumusan masalah di atas maka tujuan yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Dapat menentukan sistem struktur yang sesuai dengan peraturan yang berlaku

2. Dapat mendesain struktur plat, balok dan kolom sehingga memiliki dimensi yang efisien
3. Dapat merancang struktur pracetak yang monolit sehingga mampu menahan gaya yang lateral dan gravitasi
4. Dapat menghitung sambungan antar elemen pracetak sesuai peraturan yang berlaku.
5. Dapat menuangkan hasil perhitungan dan perancangan ke dalam bentuk gambar rencana.
6. Dapat membuat metode pelaksanaan pengerjaan plat dan balok pracetak.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam Tugas Akhir Terapan perencanaan gedung ini adalah:

1. Data tanah menggunakan daerah dinoyo, malang.
2. Tidak memperhitungkan pondasi.
3. Perencanaan ualng menggunakan metode beton pracetak(precast) pada bagian balok dan pelat yang tipikal. Sedangkan pada elemen yang tidak tipikal, kolom, tangga, pile cap, lantai basement dan dinding basement menggunakan beton cor di tempat (*cast in situ*).
4. Penentuan dimensi elemen struktur utama sesuai dengan SNI 03-2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Dan Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung (SNI 7833:2012)
5. Penentuan beban gempa dilakukan dengan metode analisa beban respon spektrum sesuai SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung.
6. Penentuan beban yang bekerja pada bangunan selain beban gempa sesuai dengan SNI 03-1727-2013

tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

7. Program bantu yang dipakai meliputi SAP 2000, Autocad dan Pcacol.
8. Perencanaan ini tidak meninjau analisa biaya dan manajemen konstruksi.
9. Perencanaan ini tidak menghitung sistem utilitas bangunan, instalasi air bersih dan air kotor, instalasi listrik dan finishing (arsitektural) bangunan.

### **1.5 Manfaat**

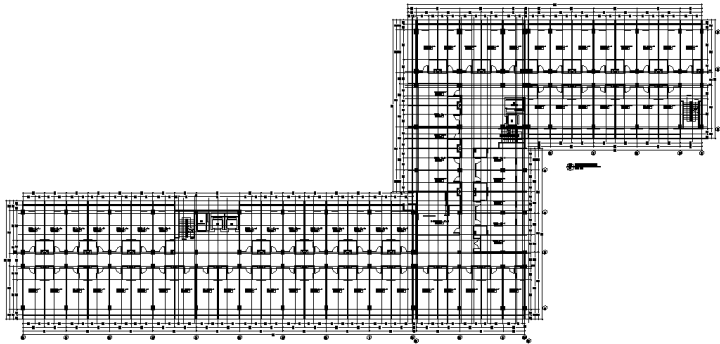
1. Memberikan hasil perancangan dari Gedung Hotel Harvest dengan menggunakan metode pracetak.
2. Dapat menjadi alternatif referensi perencanaan struktur gedung dengan menggunakan metode pracetak dikemudian hari.

### **1.6 Data Bangunan**

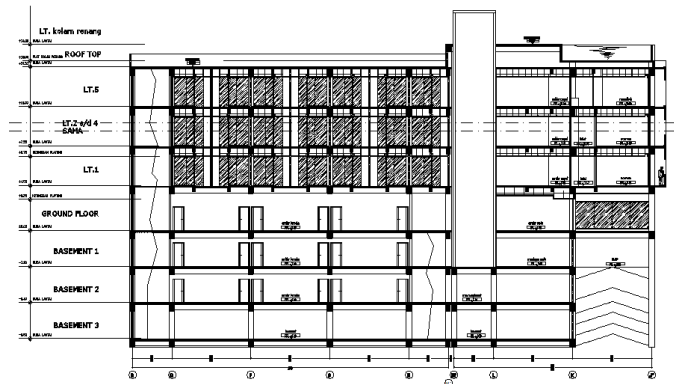
Data yang digunakan untuk Tugas Akhir Terapan ini memiliki kondisi eksisting sebagai berikut :

- Nama Gedung : Hotel Harvest.
- Lokasi : Kota Batu
- Fungsi : Gedung perhotelan.
- Jumlah Lantai : 6 lantai dan 3 basement
- Tinggi gedung : 21,50 m
- Panjang gedung : 109.7 m
- Lebar gedung : 45,30 m
- Material : Beton bertulang cor di tempat

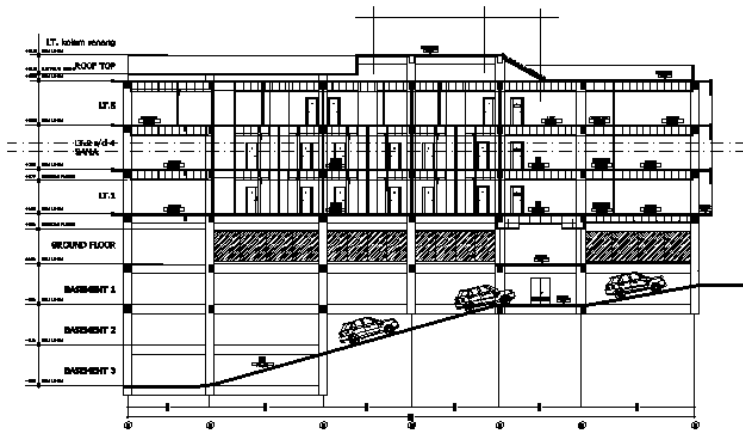
- Sistem struktur : Sistem rangka terbuka (Open Frame)



**Gambar 1.1** Denah eksisting gedung Hotel Harvest



**Gambar 1.2** Potongan memanjang eksisting gedung Hotel Harvest



**Gambar 1.3** Potongan melintang eksisting gedung Hotel Harvest

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSATAKA**

#### **2.1 Umum**

Pracetak merupakan suatu proses produksi komponen struktur/arsitektural bangunan pada suatu tempat atau lokasi yang berbeda dengan tempat atau lokasi dimana nantinya komponen struktur/arsitektural tersebut akan digunakan (Ervianto, 1999). Sedangkan menurut SNI 2847:2002 Pasal 3.16, beton pracetak merupakan elemen yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan. Dalam hal seperti ini beton pracetak tidaklah berbeda dengan beton biasa. Yang membedakannya adalah beton pracetak dicetak di tempat khusus (secara fabrikasi) sedangkan beton biasa dibuat langsung di tempat (cor *in-situ*).

Adapun keuntungan dari penggunaan beton pracetak antara lain :

- Kualitas beton yang terjamin dan akurasi dimensi yang lebih baik karena dihasilkan di lingkungan pabrik.
- Kecepatan dalam pelaksanaan pembangunannya.
- Pekerjaan di lokasi proyek menjadi lebih sederhana.

Sedangkan kekurangan dari penggunaan beton pracetak antara lain :

- Perlu perencanaan detail pada bagian sambungan.
- Perlu alat berat yang mampu mengangkat dan memindahkan elemen pracetak.

#### **2.2 Sistem Struktur Gedung**

Sistem struktur yang digunakan sebagai penahan gaya gempa pada perencanaan gedung secara umum terdapat beberapa sistem struktur, diantaranya Sistem Dinding Struktural, Sistem Rangka Gedung, Sistem Rangka Pemikul Momen, dan Sistem Ganda. Perencanaan struktur juga disesuaikan dengan zona gempa yang terdapat pada lokasi gedung tersebut.

Sebelum menghitung struktur bangunan, SNI 1726-2012 mensyaratkan untuk menentukan sistem bangunan terlebih dahulu yang nantinya akan dipakai dalam

pembahasan sub bab perencanaan struktur selanjutnya dan berikut adalah langkah-langkah menentukan sistem struktur bangunan antara lain:

1. Menentukan Nilai  $S_s$  dan  $S_1$ .
2. Menentukan kelas situs berdasarkan data tanah yang ada.
3. Menentukan koefisien lokasi  $F_a$  dan  $F_v$ .
4. Menghitung nilai  $SMS$  dan  $SM_1$ .
5. Menghitung nilai  $SDS$  dan  $SD_1$ .
6. Menentukan kategori resiko bangunan.
7. Menentukan kategori desain seismik (KDS).

#### 2.2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen

Berdasarkan SNI 1726-2012, terdapat 3 jenis Sistem Rangka Pemikul Momen yakni:

##### 1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

Pada SRPMB, struktur direncanakan tidak terjadi sendi plastis pada balok ketika terjadi gempa. Pada SRPMB tidak ada detailing khusus pada elemen-elemen struktur. Karena memiliki daktilitas terbatas, sehingga hanya cocok digunakan pada bangunan yang memiliki maksimal KDS B.

##### 2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Pada SRPMM, struktur direncanakan terbentuk sendi plastis pada saat terjadi gempa namun bangunan diharapkan sudah runtuh atau gagal sebelum semua sendi plastis terjadi. Pada SRPMM sudah mulai ada detailing khusus untuk elemen-elemen struktur. Karena memiliki daktilitas sedang, maka dapat digunakan pada bangunan yang memiliki maksimal KDS C.

##### 3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Membangun di wilayah resiko gempa tinggi, yang masuk wilayah gempa 5 dan 6, dan untuk memikul gaya-gaya akibat gempa harus menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) atau sistem dinding struktur khusus (SDSK) atau sistem dual khusus. (Rahmat Purwono, 2005)

Menurut SNI 1726:201X pasal 3.53, tentang perencanaan bangunan terhadap gempa menyebutkan bahwa SRPMK merupakan sistem struktur yang pada dasarnya



memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur.

Persyaratan-persyaratan fundamental untuk SRPMK yang daktail adalah :

1. Sedapatnya menjaga keteraturan struktur
2. Cukup kuat menahan gempa normative yang ditentukan berdasarkan kemampuan disipasi energi.
3. Cukup kaku untuk membatasi penyimpangan.
4. Hubungan balok kolom cukup kuat menahan rotasi yang terjadi
5. Komponen-komponen balok dan kolom mampu membentuk sendi plastis tanpa mengurangi kekuatannya yang berarti
6. Balok-balok mendahului terbentuknya sendi-sendi plastis yang tersebar diseluruh sistem struktur sebelum terjadi di kolom-kolom
7. Tidak ada kolom yang lebih lemah yang akan menyebabkan sendi-sendi plastis di ujung atas dan bawah pada kolom-kolom lain ditingkat itu yang menjurus pada keruntuhan seluruh struktur, (Prof. Rachmad Purwono, Tavo; Seminar dan Pameran HAKI 2007)

Konsep “*strong column weak beam*” dalam sistem rangka pemikul momen khusus mengandung arti bahwa konstruksi kolom yang ada harus lebih kaku dari pada balok, sehingga kerusakan struktur ketika terjadi beban lateral/gempa, terlebih dahulu terjadi pada balok, lalu kerusakan struktur terjadi pada kolom. Dengan kata lain, balok-balok mendahului pembentukan sendi-sendi plastis yang tersebar di seluruh sistem struktur sebelum terjadi di kolom-kolom.

### 2.2.1 Sistem ganda

Struktur sistem ganda adalah gabungan antara rangka pemikul momen dan dinding geser (shear wall) yang dapat bekerja bersamaan dalam menahan beban gempa. Pada struktur ini, beban gravitasinya dipikul sepenuhnya oleh rangka pemikul momen, sedangkan beban lateralnya dipikul oleh rangka pemikul momen dan shear wall. Pada struktur sistem ganda diharapkan keduanya dapat mengalami defleksi lateral yang sama. Dengan sistem ini, perancangan struktur juga dinilai lebih efisien dan ekonomis dikarenakan dimensi rangka utama dapat diperkecil oleh penggunaan shear wall. Jika pada sistem rangka pemikul momen semakin tinggi struktur gedung, semakin besar dimensi yang digunakan yang dapat menyebabkan kemampuan struktur lebih banyak menahan berat sendiri. Sedangkan pada sistem struktur ganda, semakin tinggi gedung, maka semakin tebal shear wall yang dibutuhkan. Pemasangan shear wall dapat mengurangi simpangan antar tingkat gedung, hal ini terjadi karena besarnya kekakuan bangunan menjadi lebih besar dibandingkan bangunan gedung yang tidak menggunakan shear wall. Dengan adanya shear wall, dimensi rangka utama yaitu balok dan kolom dapat diperkecil.

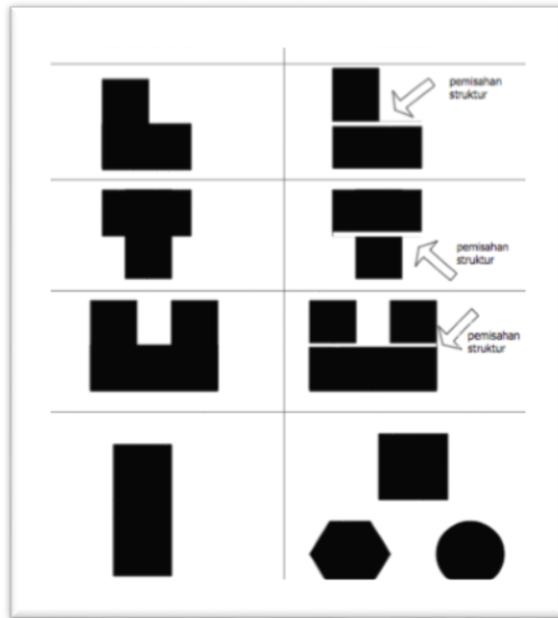
## 2.3 Dilatasi

Struktur gedung dibedakan atas dua kategori yaitu struktur gedung beraturan dan struktur gedung tidak beraturan. Bentuk bangunan mempengaruhi perilaku bangunan selama terjadinya gempa. Bangunan yang memiliki bentuk simetris akan bereperilaku lebih baik daripada yang tidak simetris selama terjadi gempa. Bangunan yang tidak simetris biasanya berebentuk seperti huruf L, U, H, T, Y dan bentuk lainnya. Bangunan yang tidak teratur dalam arah vertikal mengakibatkan keruntuhan saat terjadi gempa pada sisi bangunan yang memiliki kolom lebih sedikit.

Oleh karena itu, bangunan yang tidak simetris dibagi menjadi beberapa blok/bagian supaya setiap bagian tersebut menjadi simetris. Dilatasi merupakan sambungan atau garis

pada sebuah bangunan yang memiliki struktur berbeda. Dilatasi atau pembagian bangunan bisa dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya :

1. Dilatasi dengan 2 kolom Cara ini biasanya digunakan untuk bangunan yang memanjang.
2. Dilatasi dengan balok kantilever Penggunaan balok kantilever dengan bentang  $\frac{1}{3}$  dari bentang balok induk dan bentang kolom diperkecil  $\frac{2}{3}$  dari kolom lainnya.
3. Dilatasi dengan balok gerber Penggunaan balok gerber ini dengan tujuan jarak kolom tetap sama. Namun cara ini memiliki kelemahan dalam menahan beban horizontal.
4. Dilatasi dengan konsol Penggunaan konsol juga memiliki tujuan agar jarak kolom tetap sama. Biasanya cara ini digunakan untuk material prefabrikasi.



Gambar 2. 1 Denah Bangunan Gedung Baik dan Kurang Baik

## 2.4 Konstruksi Tahan Gempa

Sesuai Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa (2006), taraf keamanan minimum untuk bangunan gedung dan rumah tinggal yang masuk dalam kategori bangunan tahan gempa, yaitu memenuhi berikut ini:

- a. Bila terkena gempa bumi yang lemah, bangunan tersebut tidak mengalami kerusakan sama sekali.
- b. Bila terkena gempa bumi sedang, bangunan tersebut boleh rusak pada elemen-elemen non-struktural, tetapi tidak boleh rusak pada elemen-elemen struktural.

- c. Bila terkena gempa bumi yang sangat kuat, bangunan tersebut tidak boleh runtuh baik sebagian maupun seluruhnya, tidak boleh mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki, serta bangunan tersebut boleh mengalami kerusakan, tetapi kerusakan yang terjadi harus dapat diperbaiki dengan cepat sehingga dapat berfungsi kembali.

Federal Emergency Management Agency (2010) memberikan beberapa karakteristik untuk memenuhi konstruksi bangunan yang memiliki performa yang cukup dan aman ketika gempa kuat terjadi. Dengan kriteria yang harus dipenuhi sebagai berikut:

1. Pondasi stabil, yang mampu menahan beban guling primer gempa dan mentransfer beban lateral gempa yang besar antara struktur dan tanah.
2. Penyaluran beban yang menerus, dengan memastikan semua komponen bangunan saling terikat sehingga tidak ada komponen yang rusak atau lepas ketika terjadi gempa.
3. Kekuatan dan kekakuan, yang mampu menahan beban lateral gempa tanpa menimbulkan displacement horizontal yang besar pada struktur.
4. Keteraturan struktur, meliputi distribusi massa, kekuatan, dan kekakuan sehingga pergerakan lateral pada setiap lantai hampir sama ketika gempa terjadi untuk menghindari adanya pemusatan beban hanya pada titiktitik tertentu.
5. Pemborosan struktur, sehingga banyak elemen turut memberikan kekuatan residu pada struktur ketika sejumlah elemen rusak untuk mencegah keruntuhan total.
6. Daktilitas yang sesuai, yaitu kemampuan elemen struktur untuk tetap menahan beban tanpa runtuh ketika mengalami kerusakan akibat beban berlebihan.

## **2.5 Pembebanan**

### **2.5.1 Beban Mati**

Beban mati adalah seluruh bagian bangunan yang bersifat tetap yang tidak terpisahkan dari bangunan selama masa layannya. Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran. (SNI 1727-2013 Pasal 3.1.1).

### **2.5.2 Beban Hidup**

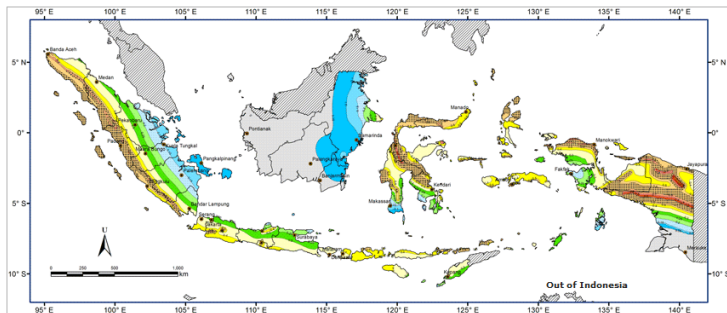
Beban hidup adalah beban yang bertumpu pada bangunan yang memiliki kemungkinan untuk lepas dari bangunan tersebut. Beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

### **2.5.3 Beban Angin**

Bangunan gedung dan struktur lain, termasuk Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) dan seluruh komponen dan klading gedung harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin seperti yang ditetapkan menurut pasal 26 sampai pasal 31. Ketentuan dalam pasal ini mendefinisikan parameter angin dasar untuk digunakan dengan ketentuan lainnya yang terdapat dalam standar ini. (SNI 1727:2013 Pasal 26).

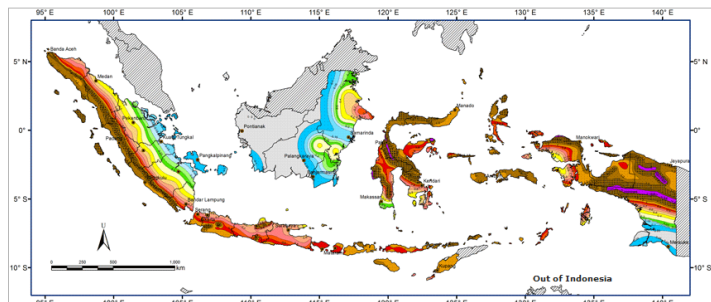
### 2.5.5 Beban Gempa

Peninjauan beban gempa pada perencanaan struktur bangunan ini ditinjau secara analisa dinamis 3 dimensi. Fungsi *response spectrum* ditetapkan sesuai peta wilayah gempa untuk daerah Surabaya–Jawa Timur. Berdasarkan SNI 1726-2012, zonasi peta gempa menggunakan peta gempa untuk probabilitas 2% terlampaui dalam 50 tahun atau memiliki periode ulang 2500 tahun.



Gambar 2. 2 Peta gempa S1

Untuk wilayah gempa berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 14, ditetapkan berdasarkan parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada periode pendek 0.2 detik) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik).



Gambar 2. 3 Peta gempa  $S_s$

## 2.6 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang dipakai pada struktur gedung ini mengacu pada SNI 03-1727-2013 bangunan beton tahan gempa sebagai berikut:

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L$
3.  $1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
4.  $1,2D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
5.  $1,2D + 1,0E + L$
6.  $0,9D + 1,0W$
7.  $0,9D + 1,0E$

Keterangan:

- D : Beban Mati  
 Lr : Beban Hidup pada Atap  
 L : Beban Hidup  
 R : Beban Hujan  
 W : Beban Angin  
 E : Beban Gempa

## 2.7 Peninjauan terhadap Pengaruh Gempa

Simulasi pembebanan terhadap beban gempa ditinjau secara statik maupun dinamis, sedangkan besaran gaya gempa statik ekuivalen merujuk pada persamaan pada SNI 1726-2012 :

$$V = C_s \cdot W_t$$

Dimana :

- $C_s$  = koefisien respons seismik  
 $W_t$  = berat total gedung

Penentuan koefisien  $C_s$  adalah sebagai berikut :

1.  $C_s$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left( \frac{R}{I_e} \right)}$$



Dimana :

$S_{DS}$  = Parameter percepatan spektrum respon desain dalam rentang periode pendek

$R$  = Faktor modifikasi respons

$I_e$  = Faktor keutamaan hunian

2.  $C_s$  maksimum

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left( \frac{R}{I_e} \right)}$$

Dimana :

$S_{D1}$  = Parameter percepatan spektrum respon desain dalam rentang periode 1 detik

$R$  = Faktor modifikasi respon

$I_e$  = Faktor keutamaan hunian

$T$  = Periode struktur dasar (detik)

harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

Dimana :

$S_{DS}$  = Parameter percepatan spektrum respon desain dalam rentang periode pendek

$I_e$  = Faktor keutamaan hunian

3.  $C_s$  minimum

Sebagai tambahan, untuk struktur yang berlokasi di daerah dimana  $S_1$  sama dengan atau lebih besar dari 0.6g, maka  $C_s$  harus tidak kurang dari

$$C_s = \frac{0,5S_1}{\left( \frac{R}{I_e} \right)}$$

Dimana :

$S_1$  = Parameter percepatan spektrum respons desain yang dipetakan

$R$  = Faktor modifikasi respon

$I_e$  = Faktor keutamaan hunian

Pembebanan gempa horizontal dibagi kedalam dua arah yaitu :

- Gempa arah x dengan komposisi  $100\% V_x + 30\% V_y$
- Gempa arah y dengan komposisi  $100\% V_y + 30\% V_x$

## 2.8 Sistem Beton Pracetak

Struktur beton pracetak adalah suatu kesatuan struktur dari beberapa komponen struktur pracetak yang berhubungan satu sama lain yang mampu menahan beban gravitasi dan angin (ataupun gempa). Pada umumnya kerangka bangunan yang dibangun berupa perkantoran, gedung parker, sekolah, tempat perbelanjaan dan gedung-gedung lainnya. Jumlah dari beton dalam kerangka bangunan pracetak adalah kurang dari 4% dari volume kasar gedung dan  $2/3$  dari angka tersebut merupakan pelat lantai. Sebagai contoh suatu pusat perbelanjaan dan gedung parkir (2001) elemen beton pracetaknya berupa kolom, balok, pelat lantai, tangga dan pengaku diagonal (Kim S. Elliot, 2002). Perhitungan beton pracetak pada umumnya sama dengan perhitungan bangunan beton konvensional pada umumnya. Perbedaannya terdapat pada metode pelaksanaan dan saat detail sambungan dari elemen-elemen struktur gedung pracetak tersebut.

Sistem beton pracetak dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur/arsitektural bangunan pada suatu tempat/lokasi yang berbeda dengan tempat/lokasi di mana elemen struktur/arsitektural tersebut akan digunakan.

Pembuatan elemen beton pracetak dapat dilakukan di pabrik maupun di lapangan. Pembuatan elemen di pabrik biasanya bersifat permanen dan dapat dilaksanakan dengan berbagai metode yang menyangkut proses produksi dan peralatan yang digunakan. Metode yang digunakan

disesuaikan dengan jumlah elemen yang akan diproduksi, agar didapat suatu produk yang ekonomis. Sedangkan pada pelaksanaan di lapangan karena bersifat sementara, maka metode yang digunakan juga terbatas.

## 2.9 Pelat Pracetak

Pembuatan beton pracetak dilakukan di lokasi proyek ataupun di luar lokasi proyek seperti pabrik. Agar elemen beton pracetak yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan dan tidak mengalami kesulitan dalam proses fabrikasi, hendaknya perencana mengetahui macam-macam elemen struktur pracetak pada umumnya.

### 2.9.1 Macam-macam pelat pracetak

Dalam PCI Design Handbook 6th Edition Precast and Prestressed Concrete, ada tiga macam pelat pracetak (precast slab) yang umum diproduksi dan digunakan sebagai elemen pracetak, antara lain:

#### 1. Pelat Pracetak tanpa Lubang (*Solid Slabs*)

Adalah pelat pracetak dimana tebal pelat lebih tipis dibandingkan dengan pelat pracetak dengan lubang. Keuntungan dari penggunaan pelat ini adalah mudah dalam penumpukan karena tidak memakan banyak tempat. Pelat ini bisa berupa pelat pratekan atau beton bertulang biasa dengan ketebalan dan lebar yang bervariasi. Umumnya bentang dari pelat ini antara 5 hingga 35 feet. Pada perencanaan ini pelat yang digunakan adalah pelat pracetak tanpa lubang.

#### 2. Pelat Pracetak Berlubang (*Hollow Core Slab*)

Pelat ini merupakan pelat pracetak dimana ukuran tebal lebih besar dibanding dengan pelat pracetak tanpa lubang. Biasanya pelat tipe ini menggunakan kabel pratekan. Keuntungan dari pelat jenis ini adalah lebih ringan, tingkat durabilitas yang tinggi dan ketahanan terhadap api sangat tinggi. Pelat jenis ini memiliki lebar rata-rata 2 hingga 8 feet dan tebal rata-rata 4 inchi hingga 15 inchi.

### 3. Pelat Pracetak *Double T* dan *Single T*ees

Pelat ini berbeda dengan pelat yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada pelat ini ada bagian berupa dua buah kaki sehingga tampak seperti dua T yang terhubung.

### 4. Pelat Pracetak C (Channel Slabs)

Channel slab merupakan pelat yang didesain dengan rusuk berbentuk C sebagai perkuatannya pada arah longitudinal. Pelat tipe ini digunakan untuk mendukung beban lantai yang berat atau beban atap dengan betang pendek sampai menengah.



Gambar 2. 4 Tipe Pelat Pracetak

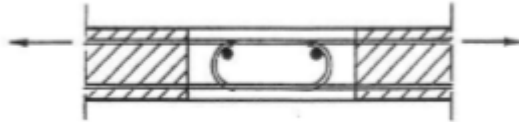
## 2.9.2 Jenis-jenis sambungan pelat ke pelat

### 1. Sambungan Loop

Sambungan loop dapat digunakan untuk menyalurkan gaya tarik, lendutan dan momen. Ini biasanya digunakan pada plat solid yang membutuhkan penerusan, walaupun, dalam praktiknya tipe sambungan ini sulit dalam hal pengerjaannya. Kegagalan sambungan dapat terjadi dikarenakan beberapa hal seperti pecahnya tulangan, hancurnya beton di joint, dan pemisahan beton di daerah sambungan loop. Pendesain bertujuan untuk mencegah hancurnya beton sebelum kegagalan pada tulangan, dengan desain yang baik maka akan membuat elemen yang di sampung oleh tipe sambungan ini menjadi lebih daktail. Sambungan dapat di desain dengan cara model

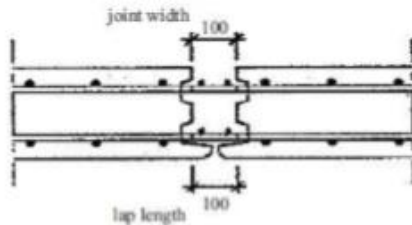
topagan dan ikatan. Berikut ini contoh gambar sambungan loop.

## 2. Sambungan Menerus



Gambar 2. 5 Sambungan Loop

Sambungan menerus adalah ketika dua tulangan saling meneruskan untuk membuat tulangan menjadi satu garis. Panjang dari tulangan yang diteruskan tergantung dari ukuran, kuat beton, dan spasinya. desain sambungan



Gambar 2. 6 Sambungan Menerus

berdasarkan prinsip kesetimbangan daktilitas. Joint pada sambungan di asumsikan sebagai komponen yang mudah rapuh sehingga harus diberikan kapasitas yang cukup untuk meamastikan bahwa lentur atau tarik yang menyebabkan keretakan tidak terjadi di joint melainkan di elemen sambungan betonnya., di mana daktilitas dapat di dapat dengan tulangan biasa. Berikut contoh gambar sambungan menerus.

### 2.9.3 Titik Angkat untuk Pelat Beton Pracetak

Dalam pemasangan pelat pracetak, yang harus diperhatikan adalah pengangkatan pelat sehingga perlu

perencanaan terhadap tulangan angkat dengan tujuan menghindari tegangan yang disebabkan oleh fleksibilitas dari truk pengangkut dalam perjalanan menuju lokasi proyek. Kondisi tersebut menimbulkan momen-momen pada elemen pracetak. Untuk pengangkatan dapat menggunakan bantuan balok.

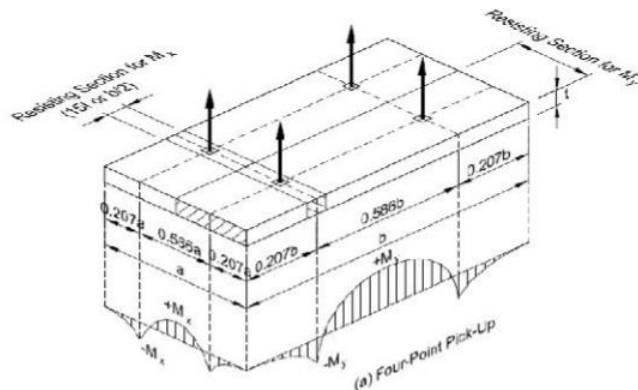
1. Empat titik angkat Momen maksimum (pendekatan):

$$+M_x = -M_x = 0,0107 \text{ w } a^2 b$$

$$+M_y = -M_y = 0,0107 \text{ w } a b^2.$$

$M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan  $15t$  dan  $b/2$ .

$M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar  $a/2$ .



Gambar 2. 7 posisi titik angkat pelat ( 4 titik angkat)

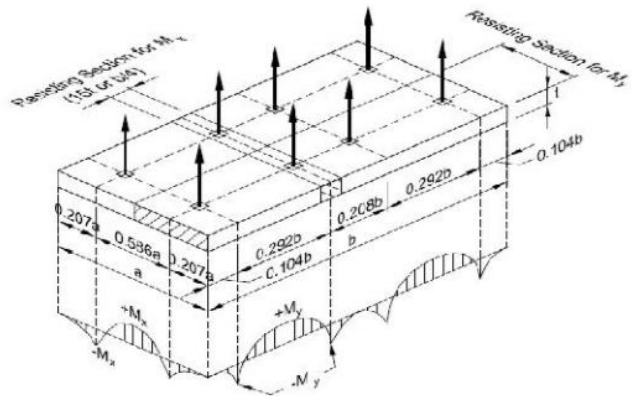
2. Delapan titik angkat Momen maksimum (pendekatan):

$$+M_x = -M_x = 0,0054 \text{ w } a^2 b$$

$$+M_y = -M_y = 0,0027 \text{ w } a b^2.$$

$M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan  $15t$  dan  $b/4$ .

$M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar  $a/2$ .



Gambar 2. 8 posisi tik angkat pelat ( 8 titik angkat)

#### 2.9.4 Perencanaan Dimensi Pelat

Dalam merencanakan pelat, terdapat spesifikasi tebal minimum dalam dimensi pelat. Tebal minimum tersebut dipengaruhi oleh jenis pelat tersebut, apakah pelat dua arah atau pelat satu arah.

Dalam menentukan dimensi pelat, langkah-langkah perhitungannya adalah :

1. Menentukan terlebih dahulu apakah pelat tergolong pelat satu arah (*one way slab*) atau pelat dua arah (*two way slab*).
2. Tebal minimum pelat satu arah (*One-way slab*) menggunakan rumus sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 9.5.2.1 (tabel 9.5(a)). Sedangkan untuk pelat dua arah menggunakan rumus sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.1
3. Dimensi pelat minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi :
  - a. Untuk  $\alpha_m$  yang sama atau lebih kecil dari 0,2 harus menggunakan SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.2

- 1) Tebal pelat tanpa penebalan 120 mm
  - 2) Tebal pelat dengan penebalan 100 mm
- b. Untuk  $\alpha_m$  lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)}$$

(SNI 2847:2013, persamaan 9-12) dan tidak boleh kurang dari 125 mm.

- c. Untuk  $\alpha_m$  lebih besar dari 2,0 , ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta(\alpha_m - 0,2)}$$

(SNI 2847:2013, persamaan 9-13) dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

dimana :

$\beta$  = rasio dimensi panjang terhadap pendek

$\alpha_m$  = nilai rata - rata dari  $\alpha_f$  untuk semua balok pada tepi dari suatu panel

#### 2.9.5 Perencanaan Tulangan Pelat

1. Perhitungan tulangan lentur  
Perhitungan kebutuhan tulangan lentur pelat sesuai dengan peraturan SNI 2847:2013.
2. Perhitungan Tulangan Susut  
Perhitungan kebutuhan tulangan susut merujuk pada peraturan SNI 2847:2013 Pasal 7.12.2.1. Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:
  - i. Slab yang menggunakan batang tulangan ulir Mutu 280 atau 350 adalah 0,0020



- ii. Slab yang menggunakan batang tulangan ulir atau tulangan kawat las Mutu 420 adalah 0,0018
- iii. Slab yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35 persen adalah:  

$$(0,0018 \times 420)/f_y$$

## 2.10 Tangga

Dalam merencanakan dimensi anak tangga dan bordes digunakan persyaratan sebagai berikut:

$$60 \text{ cm} \leq (2t + i) \leq 65 \text{ cm}$$

Dimana :

t = Tanjakan dengan  $t \leq 25 \text{ cm}$

i = Injakan dengan  $25 \text{ cm} \leq i \leq 40 \text{ cm}$

Dalam perencanaan tangga, sudut maksimal tangga adalah 40 derajat.

## 2.11 Balok Pracetak

### 2.11.1 Tipe Balok Pracetak

Balok merupakan elemen yang menyalurkan beban tributari dari pelat ke kolom. Berdasarkan PCI Handbook 7th Edition Precast and Prestressed Concrete, ada lima tipe balok pracetak yang umum di produksi dan digunakan yaitu :

#### 1. *Rectangular Beam*

Balok yang berbentuk kotak sehingga mudah diproduksi karena tidak membutuhkan banyak bekisting.

#### 2. *Ledger Beam*

Bentuk balok menyerupai huruf L yang digunakan untuk perletakan pelat di tepi bangunan.

#### 3. *Inverted-tee Beam*

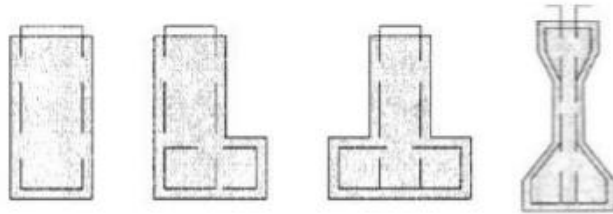
Bentuk balok menyerupai huruf T terbalik yang digunakan untuk perletakan antar dua pelat yang ada di tengah bangunan.

#### 4. *I Beam*

Bentuk balok yang menyerupai huruf I yang biasanya digunakan untuk konstruksi jembatan.

##### 5. *Bulb-tee Beam*

*Bulb-tee beam* merupakan balok grider untuk konstruksi jembatan.



Gambar 2. 9 Tipe Balok Pracetak

#### 2.11.2 Penentuan Dimensi Balok

Tabel minimum balok non-prategang apabila nilai lendutan tidak dihitung dapat dilihat pada SNI 2847:2013 pasal 9.5.1 tabel 9.5(a). Nilai pada tabel tersebut berlaku apabila digunakan langsung untuk komponen struktur beton normal dan tulangan dengan mutu 420 MPa.

Digunakan apabila  $f_y = 420$  Mpa

$$h_{min} = \frac{L}{16}$$

Digunakan untuk  $f_y$  selain 420 Mpa

$$h_{min} = \frac{L}{16} \left( 0,4 + \frac{f_y}{700} \right)$$

Digunakan untuk nilai  $W_c$  1440 – 1840 kg/m<sup>3</sup>

$$h_{min} = \frac{L}{16} (1,65 - 0,003w_c)$$

### 2.11.3 Perhitungan Tulangan Lentur Balok

Balok merupakan komponen struktur yang terkena beban lentur. Tata cara perhitungan penulangan lentur untuk komponen balok dapat dilihat pada diagram alir dan harus memenuhi ketentuan SRPMK yang tercantum dalam SNI 2847-2013

### 2.11.4 Perhitungan Tulangan Geser Balok

Perencanaan penampang geser harus didasarkan sesuai SNI 2847:2013, Pasal 11.1.1 persamaan 11-1 yaitu harus memenuhi  $\Phi V_n \geq V_u$ , dimana :

$$\begin{aligned} V_n &= \text{kuat geser nominal penampang} \\ V_u &= \text{kuat geser terfaktor pada penampang} \\ \Phi &= \text{reduksi kekuatan untuk geser} = 0,75 \\ &\quad (\text{SNI 2847:2013, Pasal 9.3}) \end{aligned}$$

Kuat geser nominal dari penampang merupakan sumbangan kuat geser beton ( $V_c$ ) dan tulangan ( $V_s$ )

$$V_n = V_c + V_s$$

(SNI 2847:2013, Pasal 11.1.1 persamaan 11-2)

Dan untuk

$$V_c = 0,17 \alpha \sqrt{f'_c} b_w d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 11.2.1.1 persamaan 11-3)

Perencanaan penampang terhadap geser harus didasarkan pada :

$$\phi V_n \geq V_u$$

(SNI 03-2847-2002, Pasal 11.1)

Dimana :

$V_u$  = geser terfaktor pada penampang yang ditinjau

$V_n$  = Kuat geser nominal

$V_c$  = Kuat geser beton

$V_s$  = Kuat geser nominal tulangan geser

### 2.11.5 Perhitungan Tulangan Torsi Balok

Sedangkan untuk perencanaan penampang yang diakibatkan oleh torsi harus didasarkan pada perumusan sebagai berikut :

$$\phi T_n \geq T_u \quad (\text{SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.5})$$

Tulangan sengkang untuk torsi harus direncanakan berdasarkan (SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.6) sesuai persamaan berikut :

Dimana :

$$T_n = \frac{2A_o A_t f_{yt}}{s} \cot \theta$$

$T_n$  = Kuat momen torsi ( $T_c + T_s > T_{umin}$ )  
 $T_s$  = Kuat momen torsi nominal tulangan geser  
 $T_c$  = Kuat torsi nominal yang disumbngkan oleh beton  
 $A_o$  = Luas bruto yang ditasi oleh lintasan aliran geser, mm  
 $A_t$  = Luas satu kaki sengkang tertutup yang menahan puntir dalam daerah sejarak s, mm<sup>2</sup>  
 $F_{yv}$  = kuat leleh tulangan sengkang torsi, Mpa  
 $s$  = Spasi tulangan geser atau puntir dalam arah parallel dengan tulangan longitudinal

Sesuai peraturan (SNI 2847:2013 Pasal 11.5.1 (a) pengaruh torsi boleh diabaikan bila momen torsi terfaktor  $T_u$  kurang dari :

$$\phi 0,083 \lambda \sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Dimana :

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan  
 $f'_c$  = Kuat tekan beton, Mpa  
 $\lambda$  = 1,0 (beton normal)

$A_{cp}$  = Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton,  $\text{mm}^2$

$P_{cp}$  = Keliling luar penampang beton,  $\text{mm}^2$

## 2.12 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (collapse) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (total collapse) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

### 2.12.1 Penentuan Dimensi Kolom

Menurut SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.2 aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur untuk komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa, maka faktor reduksi  $\phi = 0,65$ .

$$A = \frac{W}{\phi \times f_c'}$$

Dimana :  $W$  = Beban aksial yang diterima kolom

$f_c'$  = Kuat tekan beton karakteristik

$A$  = Luas penampang kolom

### 2.12.2 Perencanaan Tulangan Kolom

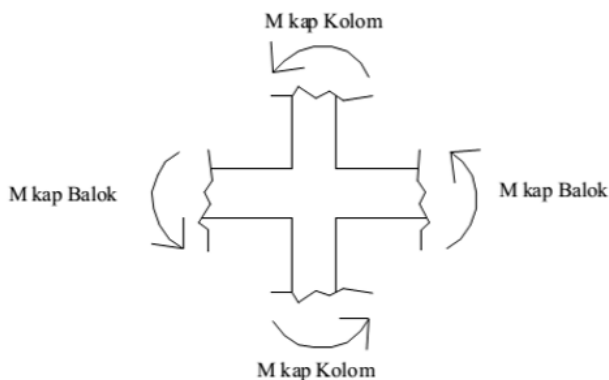
Untuk mendesain tulangan kolom, digunakan SNI 2847:2013 Pasal 21.3.5.1 untuk tulangan kolom akibat beban aksial tekan dan SNI 2847:-2013 Pasal 23.5.1 untuk kebutuhan tulangan geser sebagai acuan.

### 2.12.3 Persyaratan “Strong Coloumn Weak Beams”

Sesuai dengan filosofi desain kapasitas , maka SNI 2847:2013 pasal 21.6.2 mensyaratkan bahwa.

$$\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb}$$

Dimana  $\Sigma M_{nc}$  adalah momen kapasitas kolom dan  $\Sigma M_{nb}$  merupakan momen kapasitas balok. Perlu dipahami bahwa  $M_{nc}$  harus dicari dari gaya aksial terfaktor yang menghasilkan kuat lentur terendah, sesuai dengan arah gempa yang ditinjau yang dipakai untuk memeriksa syarat *strong column weak beam*. Setelah kita dapatkan jumlah tulangan untuk kolom, maka selanjutnya adalah mengontrol apakah kapasitas kolom tersebut sudah memenuhi persyaratan strong kolom weak beam.



Gambar 2. 10 Ilustrasi Kuat Momen yang Bertemu di Hubungan Balok Kolom

## 2.13 Hubungan Balok Kolom SRPMK

### 2.13.1 Persyaratan Gaya dan Geometri

- Pada perencanaan hubungan balok-kolom, gaya pada tulangan lentur muka hubungan balok-kolom dapat ditentukan berdasarkan tegangan  $1,25 \cdot f_y$
- Pada beton normal, dimensi kolom pada hubungan balok-kolom dalam arah sejajar tulangan balok minimal 20 kali diameter tulangan balok longitudinal terbesar.

### 2.13.2 Persyaratan Tulangan Transversal

- Apabila balok-balok dengan lebar minimal  $\frac{3}{4}$  lebar kolom merangka pada keempat sisi hubungan balok kolom maka tulangan trasnversal yang harus dipasang di

daerah join hanya 1.2 dari yang dipasang dari daerah sendi plastis kolom. Spasi tulangan trasnversal pada konsidi ini dapat diperbesar menjadi 150 mm.

- Berdasarkan SNI 03-2847-2014 Pasal 21.7.4.1, persamaan kuat geser hubungan balok-kolom dapat dihitung sebagai berikut:
  - Untuk joint yang terkekang oleh balok-balok pada semua empa muka
 
$$1,7 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot A_j$$
  - Untuk joint yang terkekang oleh balok pada tiga muka atau pada dua muka yang berlawanan
 
$$1,2 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot A_j$$
  - Untuk kasus-kasus lainnya
 
$$1,0 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot A_j$$

Dimana:

$A_j$  = Luas bersih hubungan balok kolom

- Lebar join efektif tidak boleh melebihi dari yang paling kecil:
  - Lebar balok ditambah tinggi joint
  - 2 kali jarak tegak lurus yang lebih kecil dari sumbu longitudinal balok ke sisi kolom

### 2.13.3 Panjang Penyaluran Batang Tulangan dalam Kondisi Tarik

- Untuk ukurang batang tulangan diameter 10 mm sampai diameter 10 mm sampai diameter 36 mm, panjang penyaluran,  $\ell_{db}$ , untuk batang tulangan dengan kait 90 derajat standar pada beton normal tidak boleh kurang dari:
  - $8 \cdot d_b$
  - 150 mm
  - $\ell_{db} = \frac{f_y \cdot d_b}{5,4 \cdot \sqrt{f'c'}}$

- Bila digunakan tulangan tanpa kait, untuk diameter 10 mm sampai diameter 36 mm, panjang penyaluran tulangan tarik minimal adalah:
  - 2,5 kali panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut kurang dari 300 mm
  - 3,5 kali panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut lebih dari 300 mm

## 2.14 Kontrol Elemen Pracetak

Kontrol Elemen Pracetak Perencanaan dimensi pracetak harus mampu menahan beban yang terjadi selama pengangkatan, penumpukan, pemasangan, pengecoran, dan beban setelah pracetak menjadi struktur komposit dengan beton yang dicor di tempat. Setiap tahapan tersebut beton pracetak mengalami momen. Dipilih momen terbesar antara momen perencanaan dalam permodelan struktur dan momen yang terjadi selama tahapan tersebut untuk menentukan tulangan yang digunakan.

Kuat tekan beton pada setiap kontrol tahapannya berbedabeda sesuai dengan umur hari beton. Kuat tekan beton harus mampu menahan momen tahanan yang diakibatkan dari beton

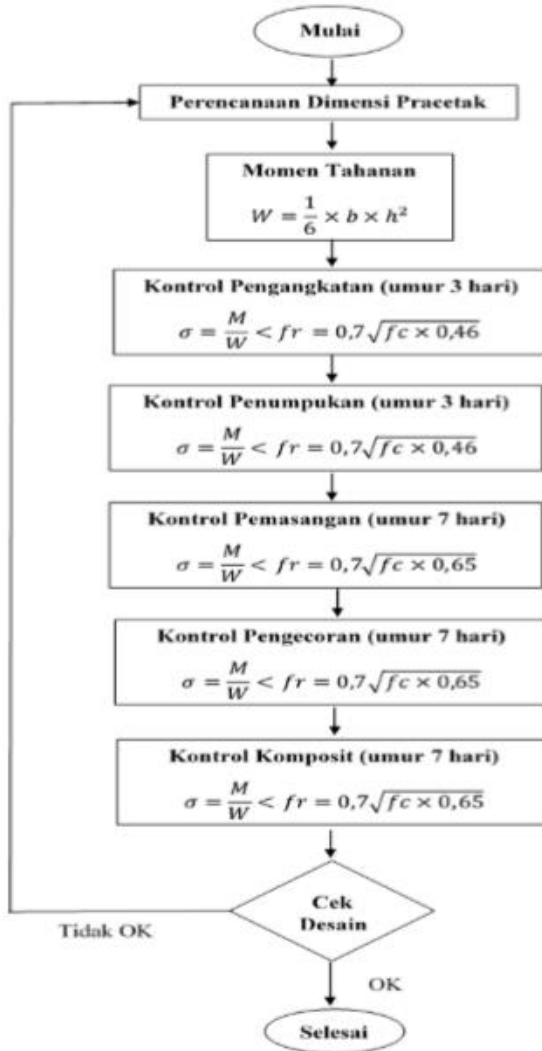
Tabel 2.1 Perkiraan Kuat Tekan Beton

Jenis semen ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)			
		Pada umur (hari)			
		3	7	28	29
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40
	Batu pecahi	19	27	37	45
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48
	Batu pecahi	25	32	45	54
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53
	Batu pecahi	30	40	53	60
		Bentuk uji			
		Silinder			
		Kubus			
		Silinder			
		Kubus			

Dari tabel tersebut didapatkan pendekatan kuat tekan beton umur 3 hari adalah 46% kuat tekan beton, kuat tekan beton



umur 7 hari adalah 65% kuat tekan beton, dan kuat tekan beton umur 28 hari adalah 100% kuat tekan beton.  
Dimana ,



$b$  = lebar elemen pracetak  
 $h$  = tebal elemen pracetak  
 $W$  = momen tahanan  
 $M$  = momen ultimate elemen  
 $f_r$  = modulus hancur beton

#### 2.14.1 Kontrol Pengangkatan pelat

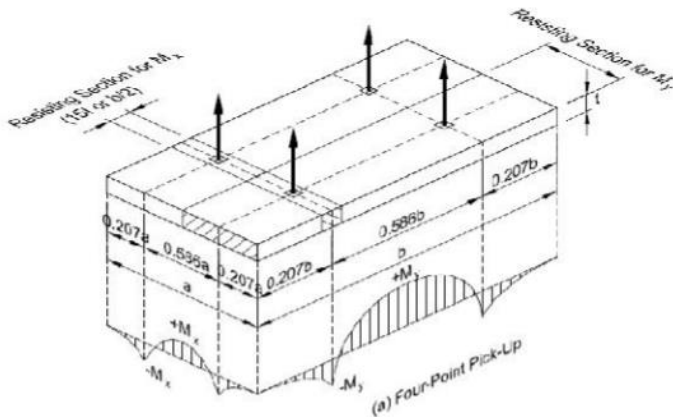
Beton pracetak yang sudah berumur 3 hari dibawa dari pabrik menuju lokasi proyek. Pengangkatan dengan 4 titik dapat dilakukan dengan bantuan profil baja atau langsung diangkat dengan katrol tower crane.

$$+M_x = -M_x = 0,0107 w a^2 b$$

$$+M_y = -M_y = 0,0107 w a b^2.$$

$M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan  $15t$  dan  $b/2$ .

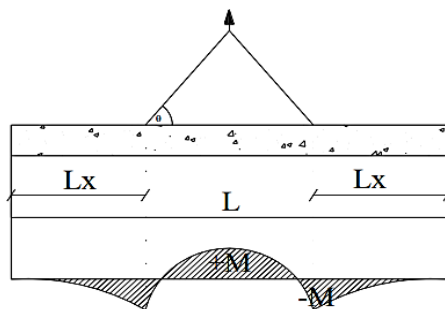
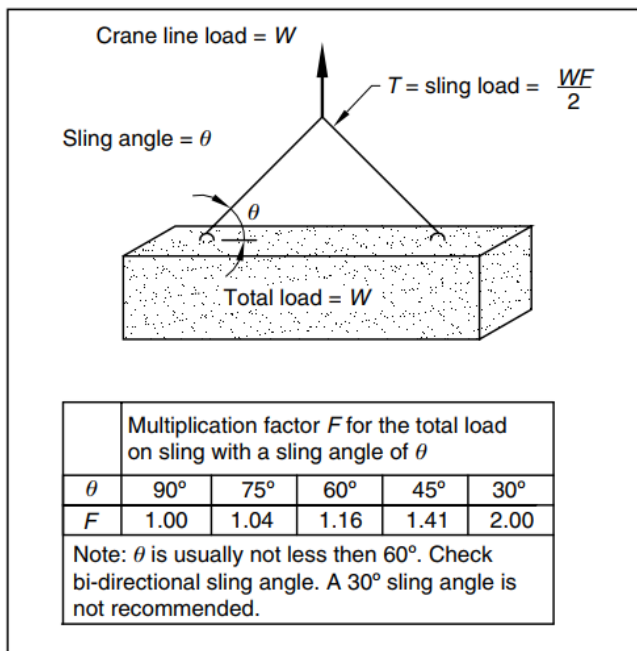
$M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar  $a/2$ .



Gambar 2. 11 posisi titik angkat pelat ( 4 titik angkat)

## 2.14.2 Kontrol Pengangkatan balok

Dimana :



Gambar 2. 12 Momen Saat Pengangkatan Balok

$$-M = \frac{WX^2L^2}{2}$$

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Y_c}{L \times \operatorname{tg} \theta} \right)$$

$$X = \frac{1 + \frac{4Y_c}{L \times \operatorname{tg} \theta}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{Y_t}{Y_b} \left( 1 + \frac{4Y_c}{L \times \operatorname{tg} \theta} \right)} \right)}$$

#### 2.14.3 Kontrol Penumpukan

Beton pracetak diangkat kemudian ditumpuk di flatbed truck untuk diangkut dari pabrik menuju lokasi proyek. Sesampainya di lokasi proyek beton pracetak juga ditumpuk di

*stock yard*. Antar elemen pracetak diberi balok kayu dengan ukuran 5x5 cm. Beban yang bekerja saat penumpukan adalah berat sendiri precast dan beban pekerja.

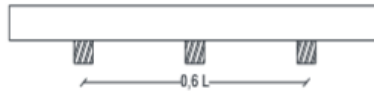
##### i. Penumpukan dengan 2 titik tumpu



$$M_T = \frac{1}{8} \times qu \times (0,5L)^2$$

$$M_L = \frac{1}{10} \times qu \times (0,5L)^2 + \frac{1}{4} \times Pu \times (0,5L)$$

##### ii. Penumpukan dengan 3 titik tumpu



$$M_T = \frac{1}{8} \times qu \times (0,6L)^2$$

$$M_L = \frac{1}{10} \times qu \times (0,6L)^2 + \frac{1}{4} \times Pu \times (0,6L)$$

Dimana :

$M_T$  = Momen Tumpuan

$M_L$  = Momen Lapangan

$qu$  = Beban ultimate yang bekerja =  $1,2 \times$  berat sendiri precast

$Pu$  = Beban pekerja yang bekerja =  $1,6 \times 100$  kg

$L$  = Panjang bentang

#### 2.14.4 Kontrol Pemasangan

Pemasangan elemen pracetak pada posisi sebenarnya dilakukan saat umur beton 7 hari. Beban yang bekerja adalah berat sendiri precast dan pekerja.



$$M_T = \frac{1}{8} \times qu \times L^2$$

$$M_L = \frac{1}{10} \times qu \times L^2 + \frac{1}{4} \times Pu \times L$$

Dimana :

$M_T$  = Momen Tumpuan

$M_L$  = Momen Lapangan

$qu$  = Beban ultimate yang bekerja =  $1,2 \times$  berat sendiri precast

$Pu$  = Beban pekerja yang bekerja =  $1,6 \times 100$  kg

$L$  = Panjang bentang

#### 2.14.5 Kontrol Sebelum komposit

Pengecoran merupakan tahap akhir untuk menyatukan antar elemen pracetak. Pengecoran dilakukan saat beton pracetak berumur 7 hari. Pengecoran dilakukan dua kali. Pengecoran pertama dilakukan setinggi half slab dengan beban yang bekerja adalah berat balok termasuk insitu dan berat pelat pracetak. Pengecoran kedua dicor semuanya termasuk pelat penuh dengan beban yang bekerja adalah berat sendiri balok dan pelat termasuk insitu.

Tebal pengecoran berkisar 50 mm – 100 mm. Pemindahan sepenuhnya gaya geser akibat beban lateral pada komponen struktur komposit tersebut akan bekerja dengan baik selama tegangan geser horizontal yang timbul tidak melampaui tegangan geser ijin. Bila tegangan geser yang terjadi melampaui tegangan geser ijin maka pengecoran topping tidak dianggap struktur komposit, melainkan sebagai beban mati yang bekerja pada komponen pracetak.

1. Pengecoran menggunakan scaffolding di tengah bentang



$$M_T = \frac{1}{8} \times qu \times (0,5L)^2$$

$$M_L = \frac{1}{10} \times qu \times (0,5L)^2 + \frac{1}{4} \times Pu \times (0,5L)$$

2. Pengecoran tidak menggunakan scaffolding



$$M_T = \frac{1}{8} \times qu \times L^2$$

$$M_L = \frac{1}{10} \times qu \times L^2 + \frac{1}{4} \times Pu \times L$$

Dimana :

$M_T$  = Momen Tumpuan

$M_L$  = Momen Lapangan

$qu$  = Beban ultimate yang bekerja =  $1,2 \times$   
beban mati

$Pu$  = Beban pekerja yang bekerja =  $1,6 \times$   
100 kg

$L$  = Panjang bentang

#### 2.14.6 Kontrol Setelah Komposit

Setelah dilakukan pengecoran in situ maka beton menjadi material komposit. Dimana beban yang bekerja selain beban mati komposit dan pekerja juga ada beban hidup.



$$M_T = \frac{1}{8} \times qu \times L^2$$

$$M_L = \frac{1}{10} \times qu \times L^2 + \frac{1}{4} \times Pu \times L$$

Dimana :

$M_T$  = Momen Tumpuan

$M_L$  = Momen Lapangan

$qu$  = Beban ultimate yang bekerja =  $1,2 \times$   
beban mati +  $1,6 \times$  beban hidup

$Pu$  = Beban pekerja yang bekerja =  $1,6 \times$   
100 kg

$L$  = Panjang bentang

#### 2.15.7 Kontrol Retak Tulangan

Untuk menghindari retak-retak beton di sekitar baja tulangan, maka penggunaan tulangan lentur dengan kuat leleh melebihi 300 MPa perlu dilakukan kontrol terhadap retak sesuai SNI 2847:2013, Pasal 10.6.4

Dengan:

$$Z = f_s \sqrt[3]{d_c A}$$

Dimana:

$Z \leq 30.000$  N/mm untuk penampang dalam ruangan,

$Z \leq 25.000$  N/mm untuk di luar ruangan,

$f_s$  = tegangan dalam tulangan yang dihitung pada kondisi beban kerja, boleh diambil sebesar 0,60  $f_y$  (MPa)

$d_c$  = tebal selimut beton diukur dari serat tarik terluar ke pusat batang tulangan atau kawat yang terdekat (mm)

$$A = \frac{2d_c b}{n}$$

$A$  = Luas efektif beton tarik di sekitar tulangan lentur tarik dibagi dengan jumlah  $n$  batang tulangan atau kawat (mm<sup>2</sup>)

#### 2.15 Sambungan Beton Pracetak

Dalam perencanaan beton pracetak baik komponen pelat lantai, balok dan kolom harus memperhatikan sambungan. Sambungan memiliki beberapa fungsi diantaranya adalah menyalurkan beban-beban yang bekerja, menyatukan masing-masing komponen beton pracetak tersebut menjadi satu kesatuan yang monolit sehingga dapat mengupayakan stabilitas struktur bangunannya. Menurut SNI 2847:2002 Pasal 18.6 gaya-gaya boleh disalurkan antara komponen-komponen struktur dengan menggunakan *grouting*, kunci geser, sambungan mekanis, sambungan baja tulangan, pelapisan dengan beton



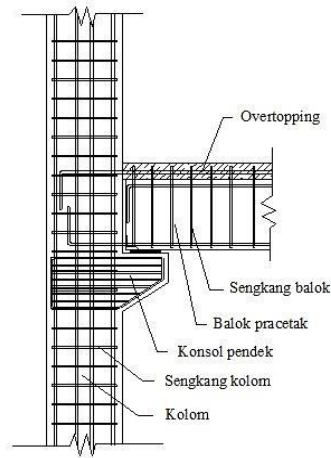
bertulang cor setempat, atau kombinasi dari cara-cara tersebut.

Sambungan pada komponen beton pracetak dibagi 2 macam, yaitu Sambungan Basah merupakan sambungan dengan menggunakan cor setempat (*in situ concrete joint*). Selanjutnya Sambungan kering dimana dapat menggunakan sambungan las ataupun sambungan baut.

#### 2.15.1 Sambungan Basah ( In-situ Concrete Joint)

Pada komponen beton pracetak terdapat besi tulangan yang keluar dari bagian ujungnya, dimana antartulangan pada komponen beton pracetak tersebut nantinya akan dihubungkan dengan bantuan *mechanical joint*, *mechanical coupled*, *splice sleeve*, maupun panjang penyaluran. Kemudian pada bagian sambungan dilakukan pengecoran beton.

Sambungan basah dapat berfungsi untuk mengurangi penambahan tegangan yang terjadi akibat rangkai, susut serta perubahan suhu. Selain itu, sambungan basah dianjurkan untuk bangunan di daerah rawan gempa karena dapat menjadikan masing-masing komponen beton pracetak menjadi monolit.



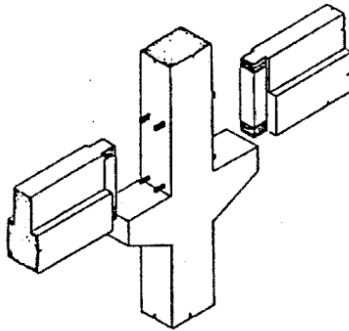
Gambar 2. 13 Sambungan Basah (In-Situ Concrete Joint)

#### 2.15.2 Sambungan Kering (*Dry Connection*)

Alat sambung kering dalam menyatukan komponen beton pracetak menggunakan plat baja yang ditanamkan dalam beton dan ditempatkan pada ujung-ujung yang akan disatukan. Fungsi dari plat baja ini adalah untuk meneruskan gaya-gaya sehingga plat baja ini harus benar-benar menyatu dengan material betonnya. Dalam penyatuan komponen-komponen beton pracetak dapat digunakan alat sambung berupa baut atau las. Untuk menghindari terjadinya korosi pada plat baja, setelah proses penyambungan selesai maka lubang sambungan tersebut harus di-*grouting*.

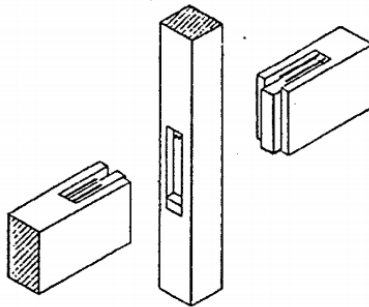
##### 1. Sambungan Kaku antara Balok-Kolom Menerus.

Pada pertemuan antara balok dengan kolom, ujung balok didukung oleh *corbels* yang menjadi satu dengan kolom. Penyatuan antara dua komponen tersebut menggunakan las yang dilaksanakan pada plat baja yang tertanam dalam balok dengan plat baja yang telah disiapkan pada sisi kolom.



Gambar 2. 14 Sambungan Kaku antara Balok dengan kolom

Jika karena sesuatu hal maka pada kolom tidak dikehendaki adanya *corbel* maka untuk menyatukan kedua komponen tersebut dapat digunakan baja siku yang ditempatkan pada balok.

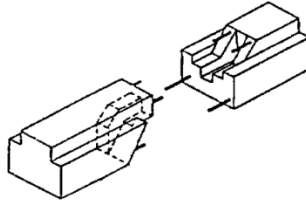


Gambar 2. 15 Sambungan Kaku antara Balok dengan kolom menerus tanpa corbel atau shoulder

## 2. Sambungan Sistem Lambda.

Sambungan jenis ini digunakan untuk pelaksanaan penyatuan antarbalok. Cara penyambungannya adalah dengan menempatkan pin pada ujung balok yang akan disatukan. Pin tersebut kemudian

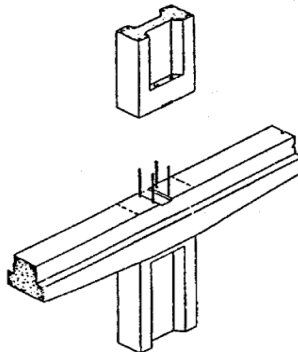
disatukan dengan alat sambung berupa baut ataupun las dan diikuti dengan *grouting* untuk menghindari korosi yang mungkin terjadi. Sambungan antarbalok sebaiknya ditempatkan pada daerah dengan momen terkecil.



Gambar 2. 16 Sambungan Balok dengan Pin-Joint

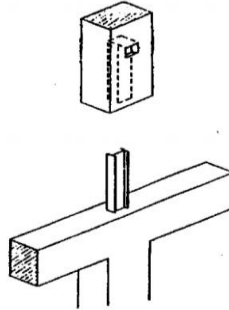
### 3. Sambungan Kolom dengan *Pin Joints*

Untuk menyatukan dua buah kolom yang mempunyai tampang I dapat digunakan pin yang terletak pada bagian atas dari kolom bawah dan kemudian pada bagian bawah kolom atas disiapkan lubang untuk memasukkan pin ke dalam lubang kemudian menggunakan baut sebagai alat bantu. Ujung atas baut di-*grouting* untuk menghindari terjadinya korosi.



Gambar 2. 17 Sambungan Pin-Joint pada Kolom dengan Baut sebagai Alat Sambung

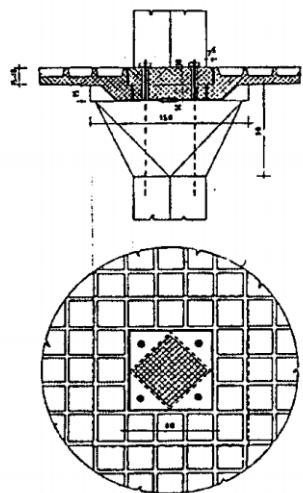
Cara lain untuk menyatukan kolom adalah menggunakan baja profil I yang ditempatkan pada ujung atas dari kolom bagian bawah, sedangkan ujung bawah dari kolom bagian atas diberi lubang untuk menempatkan profil tersebut dan dilakukan *grouting* untuk menyatukannya.



Gambar 2. 18 Sambungan Kolom dengan Profil I

#### 4. Sambungan Baut pada *Mushroom Structure*

Penyatuan komponen beton pracetak tipe *mushroom* dapat dilakukan dengan alat sambung baut. Cara penyambungannya dapat dilihat pada Gambar



Gambar 2. 19 Sambungan Baut antara Kolom dengan Plat Cantilever pada Keempat Sisinya

Tabel 2.2 Perbandingan antara Sambungan Basah dan Sambungan Kering

Deskripsi	Sambungan Basah	Sambungan Kering
Keutuhan struktur	Monolit	Tidak Monolit
Waktu agar sambungan berfungsi secara efektif	Perlu <i>setting time</i>	Segera dapat berfungsi
Ketinggian Bangunan	-	Max 25 meter

Deskripsi	Sambungan Basah	Sambungan Kering
Waktu Pelaksanaan	Lebih lama karena membutuhkan waktu untuk <i>setting time</i>	Lebih cepat 25% - 40% dari <i>in-situ concrete joint</i>
Toleransi Dimensi	Lebih tinggi dari sambungan baut dan las	Rendah, sehingga dibutuhkan akurasi yang tinggi selama proses produksi dan <i>erection</i>

(Sumber : Ervianto, 2006)

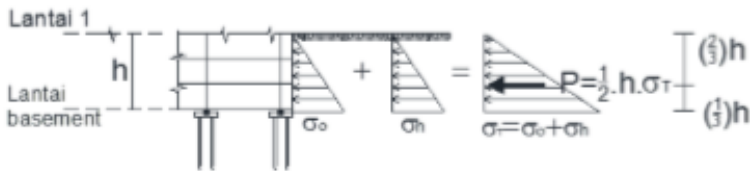
## 2.16 Struktur Basement

### 2.16.1 Umum

*Basement* adalah sebuah tingkat atau beberapa tingkat dari bangunan yang keseluruhan atau sebagian terletak di bawah tanah. *Basement* adalah ruang bawah tanah yang merupakan bagian dari bangunan gedung. Dalam pelaksanaan konstruksi basement, ada tiga hal penting yang perlu diperhatikan, yakni metode konstruksi, *retaining wall* dan *dewatering*. Karena lantai basement berada di dalam tanah, maka seluruh dinding luar digunakan pelat beton sebagai penahan tanah.

### 2.16.2 Dinding Basement

Dinding *basement* mengalami tekanan horizontal yang diakibatkan oleh tanah dan tekanan akibat air di belakang dinding basement. Ilustrasi mengenai tekanan tanah dapat dilihat pada Gambar berikut,



**Gambar 2.1** Tekanan Tanah yang Terjadi pada Area Basement

### 2.17. Metode Membangun dengan Konstruksi Pracetak

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam membangun suatu konstruksi beton pracetak adalah sebagai berikut :

a. Rangkaian kegiatan yang dilakukan pada proses produksi :

1. Pembangunan rangka tulangan
2. Pembuatan cetakan
3. Pembuatan campuran beton
4. Pengecoran beton
5. Perawatan beton (*curing*)
6. Penyempurnaan akhir
7. Penyimpanan

b. Transportasi dan alat angkat

Transportasi merupakan kegiatan pengangkutan elemen pracetak dari pabrik ke lokasi pemasangan.

Alat angkat adalah alat untuk memindahkan elemen beton pracetak dari tempat penumpukan ke posisi perakitan. Alat angkut dikategorikan sebagai berikut :

1. *Mobile crane*
2. *Telescopic crane*
3. *Tower crane*
4. *Portal crane*



c. Pelaksanaan konstruksi (*Erection*)

Metode dan jenis ereksi yang terjadi pada pelaksanaan konstruksi pracetak diantaranya :

1. Dirakit per elemen

2. *Lift – Slab System*

*Lift – Slab System* merupakan pengikatan elemen lantai ke kolom dengan menggunakan dongkrak hidrolis.

3. *Slip – Form System*

Sistem ini beton dituangkan di atas cetakan baja yang dapat bergerak memanjat ke atas mengikuti penambahan ketinggian dinding yang bersangkutan.

4. *Push – Up/Jack –Block System*

Sistem ini lantai teratas atap dicor terlebih dahulu kemudian diangkat dengan *hydraulic – jack* yang dipasang di bawah elemen pendukung vertikal.

5. *Box System*

Sistem yang menggunakan dimensional berupa modul-modul kubus beton.

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Umum**

Perencanaan sebuah gedung harus memiliki langkahlangkah yang sistematis, sehingga perlu dibuat sebuah diagram yang memperlihatkan secara umum mengenai tahapan-tahapan pengerjaan perencanaan dari awal mulai sampai dengan akhir.

### **3.2 Pengumpulan Data dan Studi Literatur**

#### **3.2.1 Pengumpulan Data**

Data-data yang dikumpulkan merupakan data lapangan yang digunakan dalam perencanaan. Data tersebut berupa data tanah dan data gedung yang digunakan sebagai objek perencanaan ulang dalam hal ini gedung Hotel Harvest, seperti site plan, denah, pembalokan serta data-data lain yang diperlukan.

##### **1. Data Umum Gedung :**

- Nama Gedung : Hotel Harvest.
- Lokasi : Kota batu
- Fungsi : Gedung perhotelan.
- Jumlah Lantai : 6 lantai dan 3 basement
- Tinggi gedung : 21,50 m
- Panjang gedung : 109.7 m
- Lebar gedung : 45,30 m
- Material : Beton Pracetak
- Sistem struktur : Sistem rangka terbuka (Open Frame)

##### **2. Data Bahan :**

- Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 Mpa
- Mutu Baja ( $f_y$ ) : 400 Mpa

##### **3. Data Tanah :**

Data tanah menggunakan daerah Dinoyo, Malang.

### 3.2.2 Studi Literatur dan Peraturan yang Dipakai

Mencari literatur dan peraturan yang digunakan dalam perencanaan ulang yang akan menjadi acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Adapun beberapa literatur serta peraturan yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

1. Badan Standarisasi Nasional. 2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan (SNI 2847 : 2013).
2. Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726 : 2012).
3. Badan Standarisasi Nasional. 2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727 : 2013).
4. Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung (SNI 7833 : 2012).
5. Wulfram I. Ervianto. 2006. Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi Beton Cetak dan Bekisting. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.
6. Iswandi Imran dan Fajar Hendrik. 2014. Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang. Bandung : ITB.
7. PCI. 2004. PCI Design Handbook Edition 7th Precast and Prestress Concrete.
8. Robert E. Englekirk. 2003. Seismic Design of Reinforced and Precast Concrete Buidlings.
9. Kim. S Elliott dan Colin Jolly. 2013. Multi-storey Precast Concrete Framed structures. WilleyBlackwell
10. Kim. S Elliot. 2002. Precast Concrete structures.
11. Edward G. Nawi (Penerjemah : Bambang suryoatmono). 1998. Beton Bertulang Suatu pendekatan dasar. Refika aditama
12. Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia N.I – 2.

### 3.3 Pemilihan Kriteria Desain

Penentuan Kriteria Desain untuk desain struktur gedung ini berdasarkan SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung, dengan data sebagai berikut:

#### 1. Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko

Faktor keutamaan dari gedung ini yang merupakan bangunan hunian memiliki faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) 1, karena sesuai tabel 1 SNI 1726-2012 bangunan gedung apartemen termasuk dalam kategori resiko II.

**Tabel 3.1** Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II

**Tabel 3.2** Faktor Keutamaan Gempa

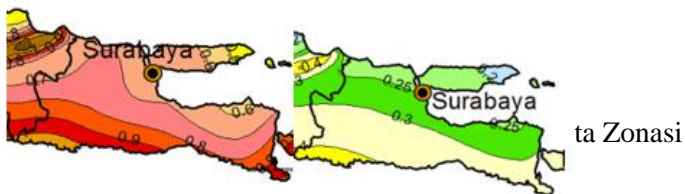
Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

## 2. Parameter Percepatan Gempa

Parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0.2 detik dan 1 detik dalam peta gempa untuk periode ulang 2500 tahun.

Berdasarkan SNI 1726-2012 pada pasal 14, untuk wilayah gempa Indonesia ditetapkan berdasarkan parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar periodik pendek) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar perioda 1 detik).  $S_s$  dan  $S_1$  ditentukan dengan melihat Peta Zonasi Gempa Indonesia.

Pada Tugas Akhir Terapan ini Gedung Hotel Harvest, di rencanakan berada di kota Batu, maka didapat nilai  $S_s$  ialah 0,761 dan  $S_1$  ialah 0,324 (sumber <http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia 2011/>).



Tabel 3.3 Hasil Data Tanah Berdasarkan N-SPT

Lapisan ke-i	Tebal lapisan (di) (m)	Deskripsi Tanah	Nilai N-SPT	di/Ni
1	4.5	Lempunf berlanau	14	0.321
3	6	Lanau pasir	23.3333333	0.257
4	2	Lanau pasir berkerikil	50	0.040
5	2	Lanau pasir	50	0.040
6	15.5	Lanau pasir berkerikil	50	0.310
JUMLAH	30		187.333333	0.968571

### 3. Klasifikasi Situs Tanah

Klasifikasi situs tanah untuk memberikan kriteria desain seismik yang berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah maka situs tersebut harus diklasifikasikan lebih dahulu sehingga profil tanah dapat diketahui berdasarkan data tanah yang didapatkan pada pembangunan. Kalsifikasi situs tanah pada SNI 1726-2012 dapat dilihat pada tabel berikut ini, tabel tersebut menjelaskan beberapa macam kelas situs yang harus ditinjau. Untuk perhitungan beban gempa akan digunakan data tanah SPT yang kemudian dilakukan perhitungan nilai SPT rata-rata (N-SPT) sesuai tata cara SNI 1726-2012.

$$\bar{N} = \frac{\sum d_i}{\sum \frac{d_i}{n_i}}$$

$$\bar{N} = \frac{30 \text{ m}}{0.97} = 30.97 \text{ m}$$

Tabel 3.4 Klasifikasi situs tanah

Kelas Situs	$\bar{v}_s$ (m / detik)	$N$ atau $N_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (Batuan Keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (Batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (Tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	$\geq 100$
SD (Tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (Tanah lunak)	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math></li> <li>2. Kadar air, <math>w \geq 40\%</math></li> <li>3. Kuat geser niralir, <math>\bar{s}_u &lt; 25</math> kPa</li> </ol>		
SF (Tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisis resoin spesifik – situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>- Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3</math> m)</li> <li>- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> m dengan Indeks Plastisitas <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>- Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan <math>H &gt; 35</math> m dengan <math>\bar{s}_u &lt; 50</math> kPa</li> </ul>		

Sehingga, dapat disimpulkan menurut SNI 1726-2012 Tabel 3.6, tanah tersebut ( $N$  berada 15 sampai 50) maka masuk ke dalam situs tanah **SD (tanah sedang)**.



4. Faktor Koefisien Situs dan Parameter Respons Percepatan Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Risiko tertarget ( $MCE_R$ )

Nilai  $F_a$  dan  $F_v$  didapatkan berdasarkan tabel dibawah ini yang didapatkan dari peraturan SNI 1726-2012 pasal 6.2. Sehingga didapatkan  $F_a = 1.196$  dan  $F_v = 1.753$

Tabel 3.5 Koefisien Situs,  $F_a$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada perioda pendek, $T = 0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS	SS	SS	SS	SS

**CATATAN:**

- (a) Untuk nilai-nilai  $S_a$  dapat dilakukan interpolasi linier
- (b) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dari analisis respons situs-spesifik. Lihat 6.10.1

Tabel 3.6 Koefisien situs,  $F_v$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada perioda 1 detik, $S_1$
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

	$S_s \leq 0,1$	$S_s = 0,2$	$S_s = 0,3$	$S_s = 0,4$	$S_s \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS	SS	SS	SS	SS

**CATATAN:**

- (a) Untuk nilai-nilai  $S_a$  dapat dilakukan interpolasi linier  
 (b) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dari analisis respons situs-spesifik. Lihat 6.10.1

$S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  harus ditentukan dengan perumusan berikut ini :

$$S_{MS} = Fa \times S_s = 1,196 \times 0,761 = 0.91$$

$$S_{M1} = Fv \times S_1 = 1.753 \times 0,324 = 0.567$$

5. Parameter percepatan spektral desain

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek,  $S_{DS}$  dan pada perioda 1 detik  $S_{D1}$ , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \times 0.91 = 0.607$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0.567 = 0.378$$

6. Menentukan kategori desain seismik

Kategori desain seismik (KDS) dapat dilihat pada SNI 1726:2012 Tabel 3.9 dan 3.10 dibawah ini

berdasarkan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  sehingga bangunan termasuk dalam KDS D

Tabel 3.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 3.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 Detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

## 7. Menentukan Parameter Struktur

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 9, maka di pilih sisrem rangka pemikul momen khusus(SRPMK) dengan parameter sebagai berikut :

Tabel 3.9 Sistem Penahan Gaya Gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^g$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_x$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2%	2%	2%	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2%	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
<b>C. Sistem rangka pemikul momen</b>								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5%	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4%	3	4	TB	TB	10 <sup>iv</sup>	TI <sup>h</sup>	TI <sup>i</sup>
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3%	3	3	TB	TB	TI <sup>h</sup>	TI <sup>h</sup>	TI <sup>i</sup>
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5%	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3%	3 <sup>ii</sup>	3%	10	10	10	10	10

Koefisien modifikasi respons (R) : 8

Faktor kuat-lebih sistem ( $\Omega_0$ ) : 3%

Faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) : 5,5

### 3.4 Preliminary Design

Preliminary design ini dilakukan dengan memperkirakan dimensi awal dari struktur sesuai dengan ketentuan SNI 03-2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Pada tahap ini dilakukan perencanaan untuk dimensi struktur:

#### 3.4.1 Struktur Primer

- Balok : menentukan dimensi  $b \times h$
- Kolom : menentukan dimensi  $b \times h$
- Dinding geser : menentukan tebal shearwall,  $t$

#### 3.4.2 Struktur Sekunder

- Pelat : menentukan tebal pelat,  $t$
- Tangga : menentukan tebal pelat tangga,  $t$

### 3.5 Analisis Pembebanan

Pembebanan struktur didasarkan pada beban minimum untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 03-1727-2013) dan brosur material. Beban-beban yang diinput tersebut meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin dengan rincian sebagai berikut:

#### 3.5.1 Beban Mati (*dead load*)

Beban mati yang dihitung pada struktur ini antara lain:

- Berat sendiri beton bertulang yang memiliki massa jenis sebesar  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Berat sendiri baja tulangan dengan massa jenis sebesar  $7850 \text{ kg/m}^3$
- Beban dinding bata ringan citicon sebesar  $90 \text{ kg/m}^2$  (brosur)
- Beban keramik + spesi :  $110 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7-2002 Tabel C3-1 “Ceramic or quarry tile (19 mm) on 25 mm mortar bed”)
- Beban penggantung plafond :  $10 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7-2002 Tabel C3-1 “Suspended Steel Channel System”)
- Beban plafond :  $5 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7-2002 Tabel C3-1 “Acoustical Fiberboard”)
- Beban gypsum :  $0,8 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7-2002 Tabel C3-1 “gypsum board”)
- Beban Mechanical Electrical (M/E) :  $19 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7-2002 Tabel C3-1 “Mechanical Duct Allowance”)
- Beban lapisan waterproofing :  $5 \text{ kg/m}^2$  (ASCE 7-2002 Tabel C3-1 “Waterproofing Membranes Liquid Applied”)

- Beban lift adalah beban terpusat pada balok lantai teratas.

### 3.5.2 Beban Hidup (*live load*)

Beban hidup sudah termasuk perlengkapan ruangan dan rincian pembebanan untuk beban hidup adalah sebagai berikut:

a. Lantai atap datar	= 96 kg/m <sup>2</sup>
b. Lantai ruang hunian	= 192 kg/m <sup>2</sup>
c. Lantai koridor lantai pertama	= 479 kg/m <sup>2</sup>
d. Lantai koridor diatas lantai pertama	= 383 kg/m <sup>2</sup>
e. Lantai lobi	= 479 kg/m <sup>2</sup>
f. Lantai kantor	= 240 kg/m <sup>2</sup>
g. Lantai pantry	= 479 kg/m <sup>2</sup>
h. Tangga	= 479 kg/m <sup>2</sup>
i. Parkir	= 192 kg/m <sup>2</sup>
j. Lantai ruang mesin lift	= 133 kg/m <sup>2</sup>

### 3.5.3 Beban Angin

Beban angin ditentukan sesuai dengan pasal 27 SNI 03-1727-2013. Beban angin digunakan untuk merencanakan Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) pada bangunan gedung.

### 3.5.4 Beban Gempa

Peninjauan beban gempa pada perencanaan struktur bangunan ini ditinjau secara analisa dinamis 3 dimensi. Fungsi *response spectrum* ditetapkan sesuai peta wilayah gempa untuk daerah Malang–Jawa Timur. Berdasarkan SNI 1726-2012, zonasi peta gempa menggunakan peta gempa untuk probabilitas 2% terlampaui dalam 50 tahun atau memiliki periode ulang 2500 tahun.

Untuk wilayah gempa berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 14, ditetapkan berdasarkan parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada periode pendek 0.2 detik) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik).

Faktor keutamaan dari gedung ini yang merupakan bangunan hunian memiliki faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) 1, karena sesuai tabel 1 SNI 1726-2012 bangunan gedung apartemen termasuk dalam kategori resiko II.

### 3.6 Penulangan Struktur Sekunder

Perhitungan Penulangan Struktur Sekunder dihitung berdasarkan SNI 2847-2013 dengan pembebanan yang sesuai. Perhitungan penulangan Struktur sekunder di lakukan pada pelat dan tangga. Khusus untuk elemen pracetak setelah menghitung tulangan, di lakukan pengontrolan tulangan akibat pengangkatan, pemasangan, sebelum komposit dan setelah komposit.

### 3.7 Permodelan Struktur dan Analisa

Dalam tugas akhir ini elemen struktur gedung ini memiliki beberapa komponen pracetak yang akan dimodelkan sebagai berikut :

#### 1. Pemodelan Struktur Sebelum Komposit & Sesudah Komposit

Sebelum komposit perletakan elemen struktur dimodelkan sebagai perletakan sederhana. Pembebanan yang dipasang satu arah yaitu distribusi beban setengah ke kiri dan setengah ke kanan. Setelah komposit perletakan elemen struktur dimodelkan sebagai perletakan menerus. Pembebanan yang dipasang dua arah yaitu distribusi beban berbentuk segitiga dan trapezium.

Perhitungan gaya dalam pada struktur gedung ini menggunakan aplikasi SAP 2000. Berikut ini beberapa hal yang berkaitan dengan analisa struktur ini :

- Pembebanan struktur dan kombinasi pembebanan
- Dimensi elemen dari preliminary design
- Bentuk gedung
- Wilayah gempa dan frekwensi

### 3.8 Kontrol Desain

Pada tahapan ini, perlu dikontrol terlebih dahulu sebelum memasuki tahapan selanjutnya. Kontrol ini berupa kontrol terhadap partisipasi massa, control waktu getar alami fundamental, dan control batas simpangan antar lantai.

### **3.9 Perhitungan Penulangan Struktur Primer**

Penulangan dihitung berdasarkan SNI 2847:2013 dengan memperhatikan standar penulangan untuk SRPMK serta menggunakan data-data berupa nilai gaya dalam yang diperoleh dari output program SAP 2000 v.14. Perhitungan penulangan Struktur primer dilakukan pada balok, kolom, hubungan balok dan kolom.

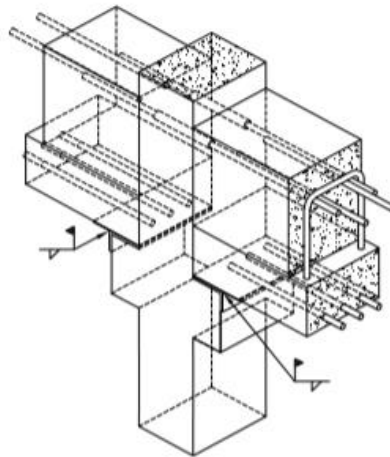
### **3.10 Perencanaan Sambungan**

#### **3.10.1 Perencanaan Sambungan pada Balok dan Kolom**

Sambungan antara balok pracetak dengan kolom harus bersifat kaku atau monolit. Oleh sebab itu pada sambungan elemen pracetak ini harus direncanakan sedemikian rupa sehingga memiliki kekakuan yang sama dengan beton cor di tempat. Untuk menghasilkan sambungan dengan kekakuan yang relatif sama dengan beton cor di tempat, dapat dilakukan beberapa hal berikut ini.

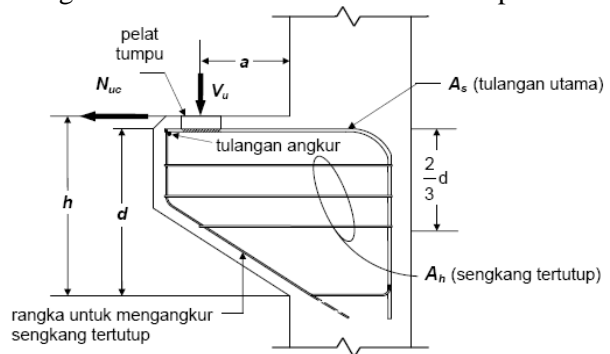
- Kombinasi dengan beton cor di tempat (topping), dimana permukaan balok pracetak dan kolom dikasarkan dengan amplitudo 5 mm.
- Pendetailan tulangan sambungan yang dihubungkan atau diikat secara efektif menjadi satu kesatuan, sesuai dengan aturan yang diberikan dalam SNI 2847:2013 pasal 7.13, yaitu tulangan menerus atau pemberian kait standar pada sambungan ujung.
- Pemasangan dowel dan pemberian grouting pada tumpuan atau bidang kontak antara balok pracetak dan kolom untuk mengantisipasi gaya lateral yang bekerja pada struktur.





Gambar 3.2 Sambungan Balok dengan Kolom  
(Sumber : PCI Design Handbook 7 edition)

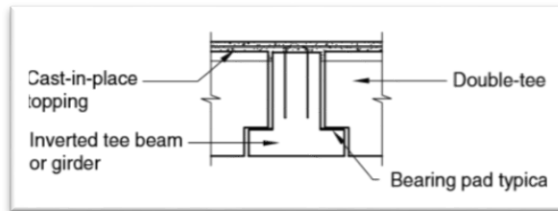
Pada perancangan sambungan balok dan kolom ini menggunakan konsol pendek. Balok induk diletakkan pada konsol pendek pada kolom kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan. Perencanaan konsol berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.8 mengenai ketentuan khusus untuk konsol pendek.



Gambar 3.3 Parameter Geometri Konsol Pendek  
(Sumber SNI 2847-2013)

### 3.10.2 Perencanaan Sambungan Balok Induk dengan Balok Anak

Diasumsikan balok induk berbentuk inverted T beam , di mana untuk sayap di kanan kirinya akan diasumsikan sebagai konsol. Sehingga dalam perhitungannya akan di samakan dengan perhitungan konsol pada kolom yang

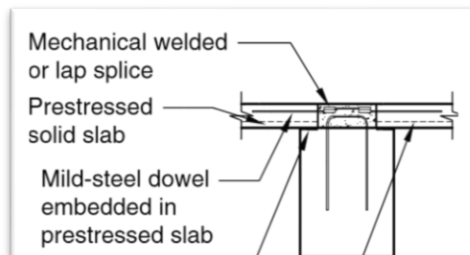


Gambar 3.4 Sambungan Balok Induk - Balok Anak  
(Sumber PCI design handbook 7 edition)

mengacu pada pada SNI-2847-2013 Pasal 11.8 mengenai konsol pendek

### 3.10.3 Perencanaan Sambungan Pelat-Balok dan Pelat-Pelat

Untuk menghasilkan sebuah elemen pracetak yang monolit maka penyaluran tulangan dari plat ke balok harus terintegrasi dengan baik. Sebagaimana yang di atur dalam SNI 2847 2013 pasal 7.13.1 yaitu dalam pendetailan



Gambar 3.5 Sambungan Balok – Pelat  
(Sumber PCI design handbook 7 edition)

tulangan dan sambungan, komponen struktur harus diikat secara efektif bersama untuk meningkatkan integritas struktur secara menyeluruh. Maka sambungan pelat dengan balok dan pelat dengan pelat di rencanakan menggunakan sambungan lap splice.

### **3.11 Preliminary Bangunan Bawah**

Preliminary design ini dilakukan dengan memperkirakan dimensi awal dari struktur sesuai dengan ketentuan SNI 03-2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Pada tahap ini dilakukan perencanaan untuk dimensi struktur :

1. Tebal dinding basement
2. Tebal lantai basement
3. Tebal pile cap
4. Spesifikasi tiang pancang

### **3.12 Penulangan Dinding dan lantai Basement**

Dinding pada basement harus dirancang agar kokoh dan kuat, mengingat fungsinya sebagai retaining wall (penahan beban tekanan tanah dan air). Ketebalan dinding betonnya berkisar antara 15-17.5 cm, bergantung pada kedalaman lantai basement-nya. Sementara untuk mengantisipasi adanya rembesan air, dinding mutlak diberi lapisan waterproofing.

Beban yang bekerja pada Diaphragm Wall terdiri dari 2 jenis yaitu:

- a. Beban luar : berupa beban yang bekerja pada Diaphragm Wall yang berasal dari luar akibat proses konstruksi yang diasumsikan berupa beban lalu-lintas dan alat-alat berat yang bekerja sebesar 1 t/m<sup>2</sup>.
- b. Beban dalam : berupa beban yang bekerja pada Diaphragm Wall yang berasal dari dalam tanah berupa tegangan tanah aktif dan pasif serta tegangan air tanah

Struktur basement direncanakan menggunakan material beton bertulang dengan cor di lokasi. Adapun persyaratan yang lain sebagai berikut:

- **Penulangan Dinding Basement**  
Penulangan dinding basement dihitung sesuai dengan peraturan dalam SNI 2847:2013.
- **Kontrol Ketebalan Dinding Basement**  
Ketebalan dinding basement dikontrol sesuai dengan yang telah diatur dalam SNI 03-1729-2013 pasal 22.6.6.3.
- **Penulangan Pelat Lantai Basement**  
Elevasi air tanah diasumsikan pada kondisi yang paling berbahaya, yaitu sama dengan permukaan tanah. Penulangan pelat lantai basement dihitung sesuai dengan yang telah diatur dalam SNI 03-1729-2013.

### **3.13 Gambar Rencana**

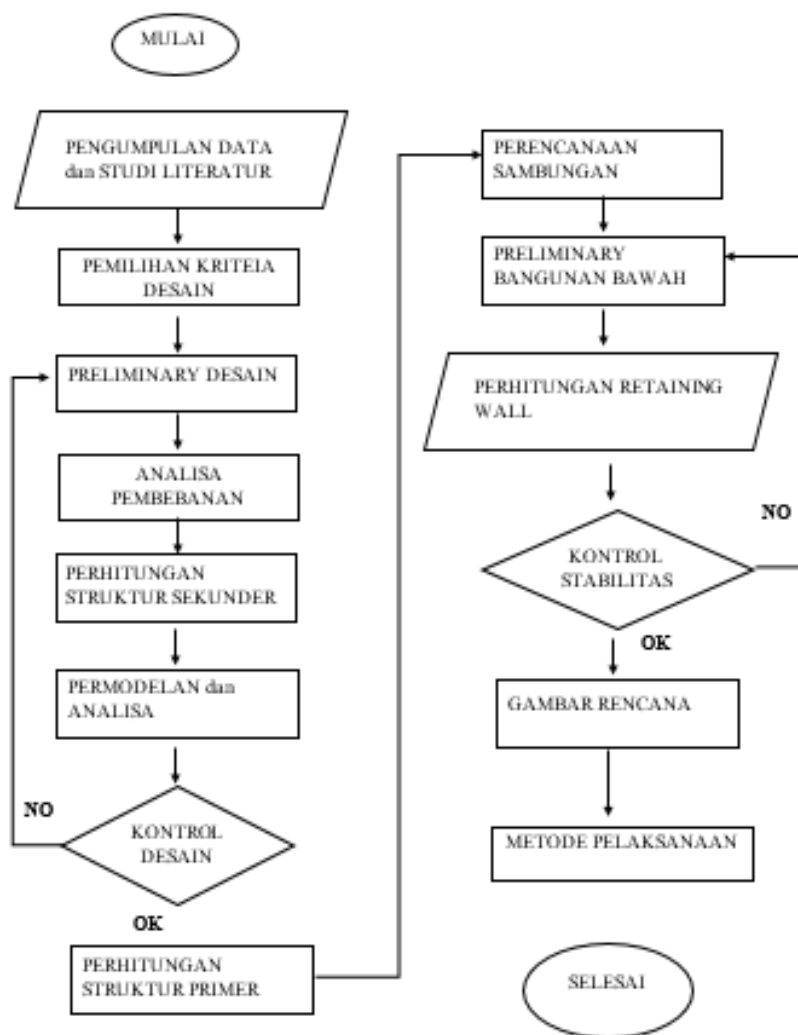
Gambar perencanaan meliputi:

1. Gambar Arsitektur:
  - Gambar denah
  - Gambar potongan
2. Gambar Struktur :
  - Gambar dinding basement
  - Gambar balok
  - Gambar kolom
  - Gambar pelat
  - Gambar tangga
3. Gambar Detail :
  - Gambar detail panjang penyaluran
  - Gambar detail sambungan

### **3.14 Metode Pelaksanaan**

Setelah perhitungan dan perancangan struktur, dilakukan pengurutan langkah-langkah pengerjaan melalui metode pelaksanaan. Metode pelaksanaan akan menggambarkan secara umum proses pekerjaan mulai dari fabrikasi beton pracetak hingga pekerjaan struktur selesai.

### 3.15 Diagram Alir



“Halaman ini sengaja dikosongkan “

## **BAB IV**

### **PRELIMINARY DESAIN**

#### **4.1 Umum**

Dalam perencanaan suatu gedung, diperlukan tahapan perencanaan dimensi terlebih dahulu.

#### **4.2 Perencanaan Dimensi Balok**

Modifikasi pada tugas akhir ini menggunakan balok yang penampangnya berbentuk persegi (rectangular beam). Perencanaan balok dilakukan dalam dua tahap dimana tahap pertama balok pracetak dibuat dengan sistem fabrikasi yang kemudian pada tahap kedua dilakukan penyambungan dengan menggunakan sambungan basah. Pada tahap kedua balok dipasang dengan pengangkatan ke site lalu dilakukan over-topping (cor in site) setelah sebelumnya dipasang terlebih dahulu pelat pracetak. Dengan system tersebut maka akan membentuk suatu struktur yang monolit.

Dimensi balok yang disyaratkan pada SNI 2847:2013 pasal 9.5.2.1 yang tertera pada tabel 9.5.a adalah sebagai berikut :

$$h_{\min} = \frac{1}{16} L_b$$

Untuk lebar balok diambil  $\frac{2}{3}$  dari tinggi balok :

$$b = \frac{2}{3} h$$

Dimana :

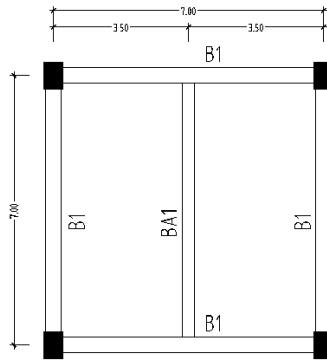
b = lebar balok

h = tinggi balok

$L_b$  = lebar kotor dari balok

$f_y$  = mutu baja tulangan

## Dimensi Balok Induk



Gambar 4.1 Denah Balok Induk dan Balok Anak

**Dimensi Balok induk B1 : L = 7 meter**

$$h_{\min} = \frac{1}{16} \times 700 \text{ cm} = 43.75 \text{ cm}$$

$h_{\min} = 43.75 \text{ cm}$  digunakan  $h_{\min} = 60 \text{ cm}$

$$b = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \times 60 = 40 \text{ cm} \approx \text{digunakan } b = 40 \text{ cm}$$

Maka direncanakan dimensi balok induk memanjang dengan dimensi 40/60 cm

**Dimensi balok induk B2: L = 3.5 meter**

$$h_{\min} = \frac{1}{16} \times 350 \text{ cm} = 21.87 \text{ cm}$$

$h_{\min} = 21.87 \text{ cm}$  digunakan  $h_{\min} = 50 \text{ cm}$

$$b = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \times 50 = 33.33 \text{ cm} \approx \text{digunakan } b = 35 \text{ cm}$$

Maka direncanakan dimensi balok induk melintang dengan dimensi 35/50 cm



### Dimensi Balok Anak

Dimensi balok anak direncanakan sebagai balok pada dua tumpuan menerus dengan mutu beton 30 MPa dan mutu baja 400 Mpa sehingga digunakan:

$$h_{\min} = \frac{1}{21} \times L \quad (\text{SNI 2847:2013 Tabel 9.5.a})$$

$$b = \frac{2}{3} h$$

Dimana :

b = lebar balok

h = tinggi balok

maka dimensi balok anak adalah :

### Dimensi Balok anak BA1 : L = 7 meter

$$h_{\min} = \frac{1}{21} \times 700 \text{ cm} = 0.33 \text{ m}$$

$h_{\min} = 0.33 \text{ m}$  digunakan  $h_{\min} = 45 \text{ cm}$

$$b = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \times 45 = 30 \text{ cm} \approx \text{digunakan } b = 30 \text{ cm}$$

maka digunakan balok anak dengan dimensi 30/45

Tabel 4.1 Rekapitulasi Dimensi Balok

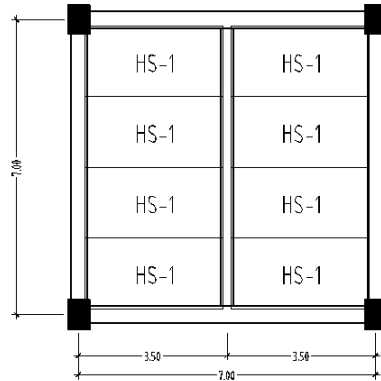
Kode Balok Anak	Bentang bersih ( $L_b$ )	$h_{\text{pakai}}$	$b_{\text{pakai}}$	Dimensi
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
B1	700	60	40	40/60
B2	350	50	30	30/50
B <sub>bordes</sub>	700	45	30	30/45
BA1	700	45	30	30/45

### 4.3 Data Perencanaan Tebal Plat Lantai

Pelat direncanakan berupa plat lantai dengan 2 tipe plat yang memiliki ukuran sebagai berikut :

- Pelat HS-1 : 167.5 x 325 cm
- Pelat HS-2 : 160 x 330 cm
- Pelat HS-3 : 135 x 330 cm

Pelat direncanakan dengan spesifikasi mutu beton 30 Mpa dan dengan mutu baja 400 Mpa. Dengan pelaksanaan menggunakan pelat pracetak kemudian di lanjutkan dengan cor in situ untuk overtopping pada saat



Gambar 4.2 Denah pemasangan plat tipe HS-1

pelaksanaannya.

Pada pembahasan tugas akhir kali ini, pelat tipe HS-1 digunakan sebagai contoh perhitungan. Dengan nilai  $L_n/S_n$  sebagai berikut:

$$L_n = 700 - \left( \frac{40}{2} + \frac{40}{2} \right) = 660 \text{ cm}$$

$$S_n = 350 - \left( \frac{30}{2} + \frac{40}{2} \right) = 315 \text{ cm}$$

$$B = \frac{L_n}{S_n} = \frac{660}{315} = 2.095$$

Apabila empat sisi pelatnya tertumpu, dengan  $\beta < 2$  maka tergolong pelat dua arah, namun karena pelat yang tertumpu pada balok hanya dua sisi saja, maka pelat HS-1 dikategorikan dalam pelat satu arah karena arah momennya yang hanya terdistribusi pada dua sisi saja. Sehingga diambil syarat berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.5.2 tabel 9.5 (a). Untuk  $f_y$  selain 420 Mpa harus

dikalikan dengan  $(0,4 + F_y/700)$ . Dengan begitu, perhitungannya menjadi seperti berikut:

$$L = 315 \text{ cm}$$

$$h_{\min} = \frac{1}{24} \times 315 \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right) \\ = 12,75 \approx 15 \text{ cm}$$

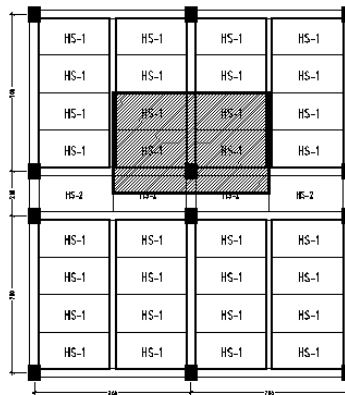
Tebal pelat yang dipakai 15 cm.

#### 4.4 Perencanaan Dimensi Kolom

Perencanaan dimensi kolom yang tinjau adalah kolom yang mengalami pembebanan terbesar, yaitu kolom yang memikul bentang 1200 x 800 cm.

Kolom harus direncanakan untuk mampu memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau. Data- data yang diperlukan dalam menentukan dimensi kolom adalah sebagai berikut :

- Tebal pelat = 15 cm = 150 mm
- Tinggi tiap lantai = 3.5 m
- Dimensi balok induk = 40/60
- Dimensi balok anak = 30/45



Gambar 4.3 Luasan beban yang di terima kolom

Tabel 4.3 Beban mati yang di tumpu kolom

		<b>Kg</b>
Pelat	0.15 x 4.5 x 7 x 2400 x 9 tingkat	102060.00
Penggantung	4.5 x 7 x 7 x 9 tingkat	1984.50
Plafon	4.5 x 7 x 11 x 9 tingkat	3118.50
Balok induk		
Melintang	0.4 x 0.6 x 2400 x 4.5 x 9 tingkat	23328.00
Memanjang	0.4 x 0.6 x 2400 x 7 x 9 tingkat	36288.00
balok anak	0.3 x 0.45 x 2400 x 3.5 x 9 tingkat	10206.00
dinding		
tegel (2cm)	4.5 x 7 x 0.02 x 24 x 9 tingkat	136.08
spesi (2cm)	4.5 x 7 x 0.02 x 21 x 9 tingkat	119.07
Plumbing	4.5 x 7 x 10 x 9 tingkat	2835.00
Sanitasi	4.5 x 7 x 20 x 9 tingkat	5670.00
Aspal	4.5 x 7 x 0.01 x 1400	441.00
	<b>DL TOTAL</b>	<b>186186.15</b>

Tabel 4.2 Beban hidup yang di tumpu kolom

		<b>Kg</b>
Atap	4.5 x 7 x 100 x 1 tingkat	3150.00
Lantai	4.5 x 7 x 192 x 8 tingkat	48384.00
	<b>LL TOTAL</b>	<b>51534.00</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi, Berat Total} &= 1,2D_L + 1,6L_L \\
 &= 1,2 (186186.15) + 1,6 (51534.00) \\
 &= 305877.78 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menurut SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.2 aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur untuk komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa, maka faktor reduksi  $\phi = 0,65$ .

Mutu beton = 30 Mpa = 300 kg/cm<sup>2</sup>

$$\text{Rencana awal} \rightarrow A = \frac{W}{\phi f'_c} = \frac{305877.78}{0,65 \times 300} = 1568.604 \text{ cm}^2$$

Misalkan, maka a = 60 cm<sup>2</sup>

$$b = 1568.604/60 = 31.37 \approx 70 \text{ cm}$$

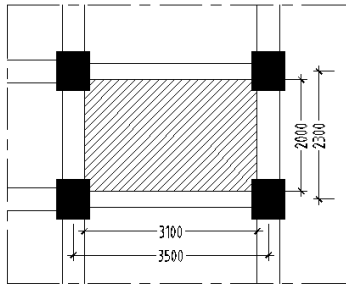
Maka dimensi kolomnya di buat 60/70 cm

## BAB V

### PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

#### 5.1 Perhitungan tulangan pelat cor in-situ

- Pelat lantai type A



Gambar 5.1 Pelat insitu type A

Adapun data-data perancangan untuk penulangan pelat lantai:

- Dimensi pelat  $3.5 \times 2.3 \text{ m}^2$
- Tebal pelat 150 mm
- Tebal selimut beton 30 mm
- Diameter tulangan rencana 10 mm
- Mutu tulangan baja  $f_y = 400 \text{ MPa}$
- Mutu beton  $f_c' = 30 \text{ Mpa}$
- $\beta_1 = 0.82$

$dx = \text{tebal pelat (h)} - \text{selimut beton (c.c)} - (1/2 \times \text{diameter tulangan rencana bawah})$

$$dx = 150 - 30 - \frac{1}{2}(10) = 113.5 \text{ mm}$$

$dy$  = tebal pelat (h) – selimut beton (c.c) – diameter tulangan atas -  
(1/2 x diameter tulangan rencana atas)

$$dy = 150 - 30 - 10 - \frac{1}{2}(10) = 100.5 \text{ mm.}$$

$$Lx = 200 \text{ cm}$$

$$Ly = 310 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{Ly}{Lx} = \frac{310}{200} = 1.55 \approx 1.55 < 2 \rightarrow \text{Pelat dua arah}$$

$$Qu = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = 1,2 (483) + 1,6 (1920) = 968.80 \text{ kg/m}^2$$

Dengan menggunakan koefisien momen PBI 1971 tabel 13.3.1  
didapat persamaan momen sebagai berikut : ( $Ly/Lx = 1,2$ )

$$Mlx = 0.001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot X$$

$$Mtx = -0.001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot X$$

$$Mly = 0.001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot X$$

$$Mty = -0.001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot X$$

Dimana :

$Mlx$  = Momen lapangan arah x

$Mly$  = Momen lapangan arah y

$Mtx$  = Momen tumpuan arah x

$Mty$  = Momen tumpuan arah y

$X$  = Nilai konstanta dari perbandingan  $Ly/Lx$

$\beta = 1.55$ , maka :

$$C_{lx} = 36$$

$$C_{ly} = 17$$

$$C_{tx} = 76$$

$$C_{tx} = 57$$

Perhitungan penulangan lapangan arah x

$$\rho_{\min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 400} = 0,0034$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \rho_{balance} = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 0,82}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,0313 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,033 = 0,0235$$

$$\begin{aligned} MU_{lx} &= 0.001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0.001 \cdot 886,80 \cdot 2,00^2 \cdot 36 \\ &= 127.699 \text{ Kg.m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn &= MU_{lx} / \phi \\ &= 581,697 / 0.9 \\ &= 141.88 \text{ Kg.m} \end{aligned}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bdx^2} = \frac{1148880}{1000 \times 116^2} = 0.110 \frac{N}{mm^2}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15.686$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.686 \times 0.11}{400}} \right) = 0.000276$$

Maka di pakai  $\rho_{\text{pakai}} = 0.00342$

$$S_{\text{maks}} = 2h = 2.150 = 300 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 300 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tulangan perlu (As perlu)} &= \rho_{\text{pakai}} \cdot 1000 \cdot dx \\ &= 0.0034 \cdot 1000 \cdot 113.5 \\ &= 388.541 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak tulangan perlu (s)} &= \text{Luas D10.1000} / \text{Tulangan perlu} \\ &= 341.75 \text{ mm} \gg \text{di pakai } 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tulangan pakai (As pakai)} &= \text{Luas } \emptyset \cdot 1000 / \text{jarak di pakai} \\ &= 663.661 \text{ mm}^2 > 397.099 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi di gunakan tulangan lapangan arah x **D10-150**

Tabel 5. 1 Rekapitulasi penulangan pelat A

Type Plat	Posisi	C	Mu	Mn	Rn	$\rho_{\text{perlu}}$	$\rho_{\text{pakai}}$	As perlu	S perlu	Dipasang Tulangan	As pakai	Cek
			Kg.m	Kg.m	N/mm <sup>2</sup>			mm <sup>2</sup>	mm		mm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	Lapangan x	36	127.699	141.888	0.10728771	0.000269	0.00342	393.676	199.58	<b>10 - 150</b>	523.599	OK
	Lapangan y	17	60.302	67.0027	0.05066364	0.000127	0.00342	359.443	218.59	<b>10 - 150</b>	523.599	OK
	Tumpuan x	76	269.587	299.541	0.22649628	0.000569	0.00342	393.676	199.58	<b>10 - 150</b>	523.599	OK
	Tumpuan y	57	202.190	224.656	0.16987221	0.000426	0.00342	359.443	218.59	<b>10 - 150</b>	523.599	OK

Tabel 5. 2 Rekapitulasi penulangan pelat B

Type Plat	Posisi	C	Mu	Mn	Rn	$\rho_{\text{perlu}}$	$\rho_{\text{pakai}}$	As perlu	S perlu	Dipasang Tulangan	As pakai	Cek
			Kg.m	Kg.m	N/mm <sup>2</sup>			mm <sup>2</sup>	mm		mm <sup>2</sup>	
<b>B</b>	Lapangan x	34	145.932	162.146	0.12260601	0.000307	0.00342	393.676	199.58	<b>10 - 150</b>	523.599	OK
	Lapangan y	18	77.258	85.8422	0.06490907	0.000162	0.00342	359.443	218.59	<b>10 - 150</b>	523.599	OK
	Tumpuan x	73	313.324	348.138	0.26324232	0.000662	0.00342	393.676	199.58	<b>10 - 150</b>	523.599	OK
	Tumpuan y	57	244.650	271.834	0.20554538	0.000516	0.00342	359.443	218.59	<b>10 - 150</b>	523.599	OK



Tabel 5. 3 Rekapitulasi penulangan pelat B

Type Plat	Posisi	C	Mu	Mn	Rn	$\rho_{perlu}$	$\rho_{pakai}$	As perlu	S perlu	Dipasang Tulangan	As pakai	Cek
			Kg.m	Kg.m	N/mm <sup>2</sup>			mm <sup>2</sup>	mm		mm <sup>2</sup>	
<b>C</b>	Lapangan x	40	472.576	525.084	0.39703904	0.001000	0.00342	393.676	199.58	10 - 150	523.599	OK
	Lapangan y	13	153.587	170.652	0.12903769	0.000323	0.00342	359.443	218.59	10 - 150	523.599	OK
	Tumpuan x	82	968.780	1076.42	0.81393004	0.002068	0.00342	393.676	199.58	10 - 150	523.599	OK
	Tumpuan y	57	673.420	748.245	0.56578064	0.001431	0.00342	359.443	218.59	10 - 150	523.599	OK

Tabel 5. 4 Rekapitulasi penulangan pelat D

Type Plat	Posisi	C	Mu	Mn	Rn	$\rho_{perlu}$	$\rho_{pakai}$	As perlu	S perlu	Dipasang Tulangan	As pakai	Cek
			Kg.m	Kg.m	N/mm <sup>2</sup>			mm <sup>2</sup>	mm		mm <sup>2</sup>	
<b>D</b>	Lapangan x	34	152.640	169.601	0.12824234	0.000321	0.00342	393.676	199.58	10 - 150	523.599	OK
	Lapangan y	18	80.810	89.7885	0.06789301	0.000170	0.00342	359.443	218.59	10 - 150	523.599	OK
	Tumpuan x	73	327.728	364.142	0.27534386	0.000692	0.00342	393.676	199.58	10 - 150	523.599	OK
	Tumpuan y	57	255.897	284.33	0.21499452	0.000540	0.00342	359.443	218.59	10 - 150	523.599	OK

## 5.2 Pemodelan dan Analisa Struktur Pelat Pracetak

Desain tebal pelat direncanakan menggunakan ketebalan 15 cm dengan perincian tebal pelat pracetak 9 cm dan pelat cor setempat (*overtopping*) 6 cm. Peraturan yang digunakan untuk penentuan besar beban yang bekerja pada struktur pelat adalah Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Rumah dan Gedung (SNI 1727:2013). Desain Pelat direncanakan pada beberapa keadaan, yaitu :

### 1. Sebelum Komposit

Keadaan ini terjadi pada saat awal pengecoran topping yaitu komponen pracetak dan komponen topping belum menyatu dalam memikul beban. Perletakan pelat dapat dianggap sebagai perletakan bebas.

### 2. Sesudah Komposit

Keadaan ini terjadi apabila topping dan elemen pracetak pelat telah bekerja bersama-sama dalam memikul beban. Perletakan pelat dianggap sebagai perletakan terjepit elastis.

Pada dasarnya, permodelan pelat terutama perletakan baik pada saat sebelum komposit dan setelah komposit adalah untuk perhitungan tulangan pelat. Pada saat sebelum komposit yaitu kondisi ketika pemasangan

awal pelat, pelat diasumsikan tertumpu pada dua tumpuan. Sedangkan pada saat setelah komposit, perletakkan pelat diasumsikan sebagai perletakkan terjepit elastis.

Penulangan akhir nantinya merupakan penggabungan pada dua keadaan diatas. Selain tulangan untuk menahan beban gravitasi perlu juga diperhitungkan tulangan angkat yang sesuai pada pemasangan pelat pracetak.

### 5.2.1 Data Perencanaan

Data perencanaan yang digunakan untuk perencanaan pelat sesuai dengan preliminary desain adalah :

- Tebal pelat pracetak = 90 mm
- Tebal topping = 60 mm
- Mutu beton ( $f'_c$ ) = 30 Mpa

Tabel 5.1 Tabel  $\beta_1$

$f'_c$ (Mpa)	28	35	42
$\beta_1$	0,85	0,8	0,75

$$\beta_1 = 0.8 + \frac{30 - 28}{35 - 30} \times 0.05$$

$$\beta_1 = 0.82$$

- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 Mpa
- Diameter tulangan rencana = 13 mm
- Selimut beton = 20 mm

### 5.2.2 Pembebanan Pelat Lantai

#### Saat pengangkatan

#### 5. Bebab mati (DL)

$$\text{Berat sendiri pracetak (DL)} = 0.09 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban kejut pengangkatan} = 0.5 \times 216 = 108 \text{ kg/m}^2 +$$

$$\text{DL} = 324 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban total} &= 1,4D \\
 &= 1,4 (324) \\
 &= 453.6 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

### **Sebelum komposit**

1. Beban mati (DL)
 

Berat sendiri	$= 0,09 \times 2400$	$= 216 \text{ kg/m}^2$
Berat topping	$= 0,06 \times 2400 \times 1.5$	$= 216 \text{ kg/m}^2$
	DL	$= 432 \text{ kg/m}^2$
2. Beban hidup (LL)
 

	$= 100 \text{ kg/m}^2$ (beban pekerja)
Beban total	$= 1,2D + 1,6L$
	$= 1,2 (432) + 1,6(100)$
	$= 678,4 \text{ kg/m}^2$

Beban untuk 1 meter pias lebar plat  $= 678,4 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$

$= 678,4 \text{ kg/m}$

### **Setelah komposit**

1. Beban mati (DL)
 

Berat sendiri	$= 0,15 \times 2400$	$= 360 \text{ kg/m}^2$
Plafon+penggantung	$= 11 + 7 \text{ kg/m}^2$	$= 18 \text{ kg/m}^2$
Ubin (t = 2 cm)	$= 0,02 \times 2400$	$= 48 \text{ kg/m}^2$
Spesi (t = 2 cm)	$= 0,02 \times 2100$	$= 42 \text{ kg/m}^2$
Ducting AC+pipa	$= 10 + 5 \text{ kg/m}^2$	$= 15 \text{ kg/m}^2$
	DL	$= 483 \text{ kg/m}^2$
2. Beban hidup (LL)
 

$Lo = 0,383 \text{ t/m}^2$
----------------------------

Mengacu pada SNI 1727:2013 Pasal 4.7.2, komponen struktur yang memiliki  $K_{LL} A_T$  adalah  $37,16 \text{ m}^2$  atau lebih

diizinkan untuk dirancang dengan beban hidup tereduksi dengan rumus berikut:

$$L = L_0 \left( 0.25 + \left( \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) \right)$$

$K_{LL} = 1$  (pelat satu arah)

$A_T = \text{luas tributary} = 3.05 \times 1.625 \text{ m}^2$

$K_{LL} \cdot A_T = 1 \times 3.05 \times 1.625 = 4.95625 \text{ m}^2 (< 37,16 \text{ m}^2)$

Karena  $K_{LL} \cdot A_T < 37,16 \text{ m}^2$ , maka beban hidup tidak direduksi.

Beban hidup (LL) = 192 kg/m<sup>2</sup> (beban untuk hotel/apartemen)

$$\begin{aligned} \text{Beban total} &= 1,2D + 1,6L \\ &= 1,2(483) + 1,6(192) \\ &= 886,8 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Beban untuk 1 meter pias lebar plat = 886,8 kg/m<sup>2</sup> x 1 m

$$= 886,8 \text{ kg/m}$$

### 5.2.3 Perhitungan Tulangan Pelat type HS-1

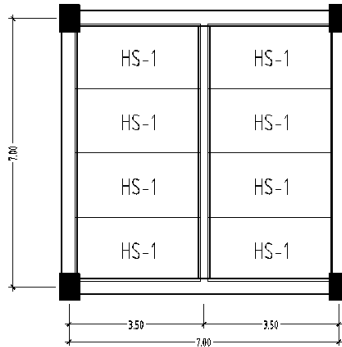
Perhitungan penulangan pelat akan direncanakan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama penulangan sebelum komposit dan kedua adalah penulangan sesudah komposit. Lalu dipilih tulangan yang layak untuk digunakan, yang memperhitungkan tulangan yang paling kritis diantara kedua keadaan diatas. Tulangan pelat menggunakan tulangan yang sama untuk memudahkan pelaksanaan.

Data perencanaan untuk penulangan pelat :

- Menentukan data perencanaan penulangan pelat
 

Type pelat	= HS-1
Dimensi pelat pracetak	= 3250 mm x 1675 mm
Tebal pelat pracetak	= 90 mm
Tebal overtopping	= 60 mm
Tebal decking	= 20 mm

Diameter tulangan rencana = 10 mm  
 Mutu tulangan baja ( $f_y$ ) = 400 MPa  
 Mutu beton ( $f'_c$ ) = 30 Mpa



Gambar 5.2 Denah pelat pracetak type HS-1

- Kondisi sebelum komposit

$$dx = 90 - 20 - \frac{10}{2} = 65 \text{ mm}$$

$$dy = 90 - 20 - 10 - \frac{10}{2} = 55 \text{ mm}$$

- Kondisi sesudah komposit

$$dx = 150 - 20 - \frac{10}{2} = 125 \text{ mm}$$

$$dy = 140 - 20 - 12 - \frac{12}{2} = 115 \text{ mm}$$

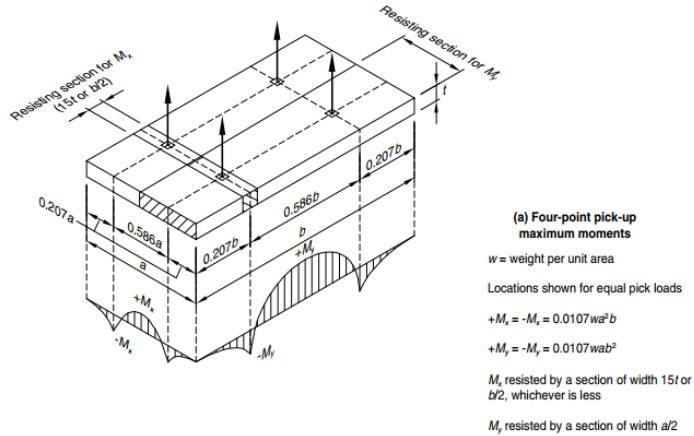
$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15.69$$

Penulangan pokok pelat pada tumpuan sama dengan pada lapangan, tetapi letak tulangan tariknya berbeda. Pada daerah tumpuan, tulangan tarik berada di atas sedangkan pada daerah lapangan, tulangan tariknya berada di bawah. Tulangan lapangan

dan tulangan tumpuan baik tulangan bagi direncanakan menggunakan D10mm ( $A_s = 78,540 \text{ mm}^2$ )

### 5.2.3.1 Perhitungan Penulangan Pelat akibat pengangkatan

Tebal pelat = 90 mm (sebelum komposit)



Tebal decking = 60 mm

D tulangan = 10 mm ( $A_s = 78,540 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan Arah X

$$M_x = 0,0107 \text{ qu } a^2 b$$

$$M_x = 0,0107 \times 548.8 \times 1,625^2 \times 3,05$$

$$= 0.47294 \text{ kNm} = 472938.26 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{472938.26}{0,9 \times 1000 \times 55^2} = 0.17$$

$\rho_{\min} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\rho b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,82 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0313$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,0313 = 0,0235$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,46 \times 0,17}{400}} \right) = 0,0004 \end{aligned}$$

$\rho_{perlu} = 0,0004 < \rho_{min} = 0,002$  dipakai  $\rho_{min}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$\begin{aligned} A_{sperlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,002 \times 1000 \times 55 = 110.00 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekuvalen

$$a = \frac{A_{sperlu} \times f_y}{(0,81 \times f'_c \times b)} = \frac{110.00 \times 400}{(0,81 \times 30 \times 1000)} = 1.81 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{1.81}{0,80} = 2.28$$

- Regangan Tarik

$\epsilon_0 = 0,003$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3

- Regangan Tarik netto

$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_0 \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (55 - 2.28)}{2.28} = 0,083 > \epsilon_0 \quad \dots \text{OK}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times As\emptyset 10}{As \text{ perlu}} = \frac{1000 \times 78.540}{110.00} = 714.00 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 90\text{mm} = 180\text{mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D10-150** mm ( $A_s = 628.32 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan Arah Y

$$M_y = 0,0107 \text{ qu a b}^2$$

$$M_y = 0,0107 \times 548.8 \times 1,625 \times 3,05^2$$

$$= 0.88766 \text{ kNm} = 887668.74 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\emptyset = 0,9$

$$R_n = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2} = \frac{887668.74}{0,9 \times 1000 \times 65^2} = 0.23$$

$\rho_{\min} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,82 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0313$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,0313 = 0,0235$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,46 \times 0,23}{400}} \right) = 0,0006 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0006 < \rho_{\min} = 0,002$  dipakai  $\rho_{\min}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,002 \times 1000 \times 65 = 130.00 \text{ mm}^2$$



Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekivalen

$$a = \frac{A_s \text{ perlu} \times f_y}{(0,81 \times f'_c \times b)} = \frac{130,00 \times 400}{(0,81 \times 30 \times 1000)} = 2,14 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{2,14}{0,80} = 2,69$$

- Regangan Tarik

$$\varepsilon_0 = 0,003 \text{ berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3}$$

- Regangan Tarik netto

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_0 \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (55 - 2,69)}{2,69} = 0,070 > \varepsilon_0 \quad \dots \text{OK}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times A_s \emptyset 10}{A_s \text{ perlu}} = \frac{1000 \times 78,540}{130,00} = 604,15 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 90 \text{ mm} = 180 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D10-150** mm ( $A_s = 628,32 \text{ mm}^2$ )

#### 5.2.3.2 Perhitungan Penulangan Pelat Sebelum Komposit

Tebal pelat = 90 mm (sebelum komposit)

Tebal decking = 60 mm

$\emptyset$  tulangan = 10 mm ( $A_s = 78,540 \text{ mm}^2$ )

$$M_u = 1/8 q_u L^2 = 1/8 \times 678,4 \times 3,05^2 = 788,852 \text{ kgm}$$

$$M_u = 7888520 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\emptyset = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset \times b \times d^2} = \frac{7888520}{0,9 \times 1000 \times 65^2} = 2,07$$

$\rho_{\min} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\rho b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times 0,82 \times 30 \left( \frac{600}{600 + 400} \right)}{400} = 0,0313$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho b = 0,75 \times 0,0313 = 0,0235$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,46 \times 2,07}{400}} \right) = 0,0054 \end{aligned}$$

$\rho_{perlu} = 0,0054 > \rho_{min} = 0,002$  dipakai  $\rho_{perlu}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$\begin{aligned} A_{s_{perlu}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0054 \times 1000 \times 65 = 352,88 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekivalen

$$a = \frac{A_{s_{perlu}} \times f_y}{(0,85 \times f'_{c'} \times b)} = \frac{352,88 \times 400}{(0,81 \times 30 \times 1000)} = 5,51 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_{c'} - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{5,51}{0,80} = 7,30$$

- Regangan Tarik

$$\varepsilon_0 = 0,003 \text{ berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3}$$

- Regangan Tarik netto

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_o \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (65 - 7.3)}{7.3} = 0,024 > \varepsilon_o \quad \dots \text{OK}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times A_s \phi 10}{A_s \text{ perlu}} = \frac{1000 \times 78.540}{352.88} = 222.57 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 90 \text{ mm} = 180 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D10-150** mm ( $A_s = 628.32 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan bagi

Dalam arah tegak lurus terhadap tulangan utama harus disediakan tulangan pembagi (demi tegangan suhu dan susut)

Rasio tulangan susut = 0.0018

$$A_{s_{\text{susut}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0018 \times 1000 \times 55 = 99.00 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847:2013 ps. 7.6.5 spasi susut pada balok atau slab tidak melebihi lima kali tebal atau lebih dari 450 mm.

Dipakai tulangan **D10-300** =  $261,80 \text{ mm}^2 > 99.00 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$

### 5.2.3.3 Penulangan Pelat Sesudah Komposit

Tebal pelat = 150 mm (sesudah komposit)

Tebal decking = 20 mm

$\phi$  tulangan = 10 mm

$$M_u = 1/8 q_u L^2 = 1/8 \times 858 \times 3.05^2 = 1031.182 \text{ kgm}$$

$$M_u = 10311821.3 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{10311821.3}{0,9 \times 1000 \times 125^2} = 0,73$$

$\rho_{\text{min}} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,82 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0313$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,0313 = 0,0235$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,46} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,46 \times 0,73}{400}} \right) = 0,0019 \end{aligned}$$

$\rho_{perlu} = 0,0019 < \rho_{min} = 0,002$  dipakai  $\rho_{min}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$A_{Sperlu} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0020 \times 1000 \times 125 = 250.00 \text{ mm}^2$$

Kontrol penggunaan faktor reduksi

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \text{ perlu} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{250.00 \times 400}{(0,81 \times 30 \times 1000)} = 4.12 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{4.12}{0,80} = 5.17$$

- Regangan Tarik

$$\varepsilon_0 = 0,003 \text{ berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3}$$

- Regangan Tarik netto

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_0 \times (d_x - c)}{c} = \frac{0,003 \times (125 - 5.17)}{5.17} = 0,070 > \varepsilon_0 \quad \dots \text{OK}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{perlu} = \frac{1000 \times A_s D10}{A_s \text{ perlu}} = \frac{1000 \times 78.540}{250.0} = 314.16 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{maks} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 150\text{mm} = 300\text{mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D10-150mm** ( $A_s = 628.32 \text{ mm}^2$ )

#### 5.2.4 Kontrol pelat pracetak

##### 1) **Kontrol tegangan h-slab pada waktu pengangkatan beton usia 3 hari.**

- Beban ultimate half-slab waktu pengangkatan ( $W$ )= 453.6  $\text{kg/m}^2$
- Mutu beton umur 3 hari
 
$$fc'_3 = 0.40 \times fc'$$

$$= 0.40 \times 30 \text{ Mpa}$$

$$= 12.00 \text{ Mpa}$$
- Modulus hancur beton saat umur 3 hari
 
$$fr = 0.7 \times (fc'_3)^{0.5}$$

$$= 2.42 \text{ Mpa}$$
- Momen tahanan beton :
 

Arah X	$W_x$	$= 1/6 \times a \times t^2$ $= 1/6 \times 1,675 \times 0,09^2$ $= 0.00226 \text{ m}^3$
Arah Y	$W_y$	$= 1/6 \times b \times t^2$ $= 1/6 \times 3.2 \times 0,09^2$ $= 0,00439 \text{ m}^3$
- Momen yang terjadi :
 

Arah X	$M_x$	$= 0,0107 \ W \ a^2 \ b$ $= 0,0107 \times 453,6 \times 1,675^2 \times 3,2$ $= 0,44256 \text{ kNm}$ $= 44,256 \text{ Kgm}$
Arah Y	$M_y$	$= 0,0107 \ W \ a \ b^2$ $= 0,0107 \times 453,6 \times 1,675 \times 3,2^2$ $= 0.85869 \text{ kNm}$ $= 85,869 \text{ Kgm}$
- Tegangan half-slab yang terjadi
 
$$\sigma_x = M_x / W$$

$$= 19571.37 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0,196 \text{ Mpa} < (Fr = 2,42 \text{ Mpa}).. \text{OK}$$

$$I_g = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \times 1675 \times 90^3 = 101756250.00 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = \frac{f'_r \times I_g}{Y_t} = \frac{2,425 \times 101756250}{45} = 5483239.84 \text{ Nmm}$$

$$= 548.32 \text{ kgm}$$

$$M_x < M_{cr} \quad \dots \text{OK}$$

- Tegangan half-slab yang terjadi

$$\sigma_y = M_y / W_y$$

$$= 19571.37 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.196 \text{ Mpa} < (F_r = 2.42 \text{ Mpa}).. \text{OK}$$

$$I_g = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \times 3250 \times 90^3 = 197437500.00 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = \frac{f'_r \times I_g}{Y_t} = \frac{2,425 \times 197437500.00}{45} = 10639122.09 \text{ Nmm}$$

$$= 1063.912 \text{ kgm}$$

$$M_x < M_{cr} \quad \dots \text{OK}$$

## 2) Kontrol tegangan half-slab saat penumpukan beton usia 3 hari

- Mutu beton umur 3 hari

$$f'_{c_3} = 0.40 \times f'_c$$

$$= 0.40 \times 30 \text{ Mpa}$$

$$= 12.00 \text{ Mpa}$$

- Modulus hancur beton saat umur 3 hari

$$f_r = 0.7 \times (f'_{c_3})^{0.5}$$

$$= 2.42 \text{ Mpa}$$

- Pembebanan Faktor kejut = 1,5

$$- Q_{dl} = B_j \times t \times a = 2400 \times 0,09 \times 1,7 = 367,2 \text{ Kg/m}$$

$$- Q_u = 1,2 \times Q_{dl} = 1,2 \times 367,2 = 421.2 \text{ Kg/m}$$

$$- Q_u (\text{terfaktor}) = 421.2 \times 1,5 = 660,96 \text{ Kg/m}$$

$$- P_u (\text{terfaktor}) = 100 \times 1,5 = 150 \text{ Kg/m}$$

$$- \text{Penumpu} = 2 \text{ buah}$$

- Momen yang terjadi :

Momen lapangan

$$\begin{aligned}
 Mu_{lap} &= \frac{Qu_x L^2}{8} + \frac{PuxL}{4} \\
 &= \frac{660,96 \times 1.7^2}{8} + \frac{150 \times 1.7}{4} \\
 &= 238,7718 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

- Momen tahanan beton :

Arah X

$$\begin{aligned}
 W_x &= 1/6 \times a \times t^2 \\
 &= 1/6 \times 1,675 \times 0,09^2 \\
 &= 0.00115 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Tegangan tumpuan half-slab yang terjadi

$$\begin{aligned}
 \sigma_x &= M_x / W_x \\
 &= 55271,25 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 0,553 \text{ Mpa} < (Fr = 2.148 \text{ Mpa})..OK
 \end{aligned}$$

- Jumlah tumpukan yang mampu diterima, digunakan kayu dengan ukuran 15/20 untuk penumpu pelat pracetak, maka luas bidang kontak yaitu

$$A = 150 \times 3200 = 480000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P &= 1.2 \times 2400 \times 3.2 \times 1.7 \times 0,09 \\
 &= 705,024 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$F = P/A = 705,024 / 480000 = 0,0014688$$

$$\text{kg/mm}^2 = 0,14688 \text{ Mpa}$$

Maka jumlah penumpukan :

$$n = \frac{Fc3}{F \times SF} = 12 / (0.14688 \times 5) = 16,33987 \Rightarrow 16$$

**tumpukan**

### 3) Kontrol tegangan h-slab saat pemasangan beton usia 7 hari

- Mutu beton umur 7 hari

$$\begin{aligned}
 fc'_7 &= 0.65 \times fc' \\
 &= 0.65 \times 30 \text{ Mpa} \\
 &= 19.50 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Modulus hancur beton saat umur 7 hari

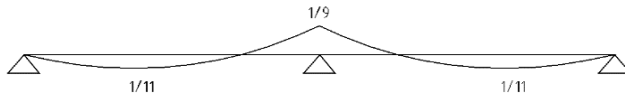
$$fr = 0.7 \times (fc'_7)^{0.5}$$

$$= 3.091 \text{ Mpa}$$

- Pembebanan Faktor kejut = 1,5
  - $Q_{dl} = B_j \times t \times a = 2400 \times 0,09 \times 1,7 = 367,2 \text{ Kg/m}$
  - $Q_u = 1,2 \times Q_{dl} = 1,2 \times 367,2 = 440,64 \text{ Kg/m}$
  - $Q_u (\text{terfaktor}) = 440,64 \times 1,5 = 660,96 \text{ Kg/m}$
  - $P_u (\text{terfaktor}) = 100 \times 1,5 = 150 \text{ Kg/m}$

-

- Momen yang terjadi :



Momen yang terbesar adalah momen di tumpuan :

$$\begin{aligned} M_{u_{\text{tump}}} &= \frac{Q_u \times L / 2^2}{9} \\ &= \frac{660,96 \times 1,6^2}{8} \\ &= 188,006 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- Momen tahanan beton :

Arah X

$$\begin{aligned} W_x &= 1/6 \times b \times t^2 \\ &= 1/6 \times 3.2 \times 0,09^2 \\ &= 0,00230 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tegangan tumpuan half-slab yang terjadi
- $\sigma_x = M_x / W_x$ 

$$= 81920,000 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0,819 \text{ Mpa} < (f_r = 3.09 \text{ Mpa}).. \text{OK}$$

#### 4) Kontrol tegangan half-slab saat pengecoran topping beton usia 7 hari

- Mutu beton umur 7 hari
 
$$f_{c'7} = 0.65 \times f_{c'}$$



$$= 0.65 \times 30 \text{ Mpa}$$

$$= 19.50 \text{ Mpa}$$

- Modulus hancur beton saat umur 7 hari  
 $f_r = 0.7 \times (f_c'7)^{0.5}$   
 $= 3.091 \text{ Mpa}$
- Beban saat pengecoran sama dengan pembebanan sebelum komposit,  
 yaitu  $= 678,4 \text{ kg/m}^2$
- Momen yang terjadi :  
 Momen lapangan  

$$Mu_{lap} = \frac{QuL^2}{8}$$

$$= 678.4 \times 3.05^2/8$$

$$= 788.852 \text{ Kgm}$$
- Momen tahanan beton :  
 Arah X  

$$W_x = 1/6 \times b \times t^2$$

$$= 1/6 \times 3.2 \times 0,09^2$$

$$= 0,00230 \text{ m}^3$$
- Tegangan tumpuan half-slab yang terjadi  

$$\sigma_x = M_x / W_x$$

$$= 84081,5299 / \text{m}^2$$

$$= 0,841 \text{ Mpa} < (F_r = 3.09 \text{ Mpa}).. \text{OK}$$

#### 5.2.4.1 Penulangan Stud Pelat Lantai

Pada perencanaan yang memakai elemen pracetak dan topping cor ditempat maka transfer gaya regangan horisontal yang terjadi harus dapat dipastikan mampu dipikul oleh seluruh penampang, baik oleh elemen pracetak maupun oleh topping cor ditempat. Untuk mengikat elemen pracetak dan elemen cor ditempat maka dipakai tulangan stud.

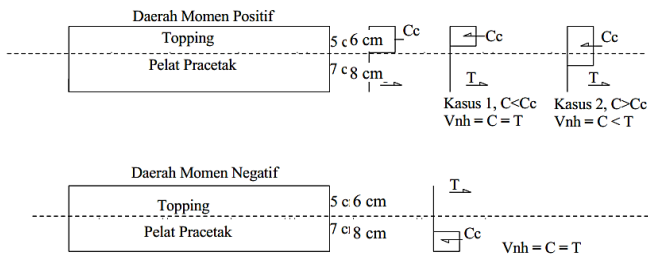
Stud ini berfungsi sebagai sengkang pengikat antar elemen sehingga mampu mentransfer gaya-gaya dalam yang bekerja pada penampang tekan menjadi gaya geser

horizontal yang bekerja pada permukaan pertemuan antara kedua elemen komposit dalam memikul beban.

Dalam SNI disebutkan bahwa gaya geser horizontal bisa diperiksa dengan jalan menghitung perubahan aktual dari gaya tekan dan gaya tarik didalam sembarang segmen dan dengan menentukan bahwa gaya tersebut dipindahkan sebagai gaya geser horizontal elemen – elemen pendukung.

Gaya geser horizontal yang terjadi pada penampang komposit ada dua macam kasus :

- Kasus 1 : gaya tekan elemen komposit kurang dari gaya tekan elemen cor setempat
- Kasus 2 : gaya tekan elemen komposit lebih dari gaya tekan elemen cor setempat



Gambar 05.3 Diagram Gaya Geser Horizontal Penampang Komposit

Perhitungan stud pelat

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 f_c' A_{\text{topping}} \\ &= 0,85 \times 30 \times 60 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} \\ &= 1530000 \text{ N} = 1530 \text{ KN} \end{aligned}$$

Dipakai stud Ø 10 mm

$$A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 78,54$$

Vnh (kekuatan geser horizontal nominal)

$$\begin{aligned}
 V_{nh} &= C = T \\
 &= A_s \times f_y \\
 &= 78,54 \times 400 = 31416 \text{ N} = 31,416 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Syarat,  $0,55A_c > V_{nh}$

$$\begin{aligned}
 0,55A_c &= 0,55 \times b_v \times d \\
 &= 0,55 \times 1000 \times 115 \\
 &= 63250 \text{ N} = 63,25 \text{ KN} > V_{nh} \text{ Memenuhi}
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan SNI 2847:2013 Pasal 17.5.3.1, Bila dipasang sengkang pengikat minimum sesuai dengan 17.6 dan bidang kontakannya bersih dan bebas dari serpihan tapi tidak dikasarkan, maka kuat geser  $V_{nh}$  tidak boleh diambil lebih dari  $0,55 b_v d$  dalam Newton. Pasal 17.6.1 berbunyi bahwa bila sengkang pengikat dipasang untuk menyalurkan geser horisontal, maka luas sengkang pengikat tidak boleh kurang luas daripada luas yang diperlukan oleh 11.4.6.3, dan spasi sengkang pengikat tidak boleh melebihi empat kali dimensi terkecil elemen yang didukung ataupun 600 mm.

$$S_{maks} = 4 \times 60 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

$$S \leq 600 \text{ mm}$$

Di pasang dengan jarak  $S = 200 \text{ mm}$ .

SNI 2847:2013 Pasal 11.4.6.3 :

$$A_{v_{min}} = \frac{0,35 \times b_w \times s}{f_y} = \frac{0,35 \times 1000 \times 200}{400} = 175,00 \text{ mm}^2$$

Maka dipasang stud (*shear connector*) **D10-200 mm dengan dua kaki** ( $A_v = 785,4 \text{ mm}^2$ )

### 5.3 Perencanaan Balok Anak Pracetak

Pada perencanaan balok anak, beban yang diterima oleh balok anak berupa beban persegi biasa. Itu dikarenakan pelat pracetak hanya menumpu dua titik tumpu, titik tumpu pertama ada dibalok induk serta titik tumpu yang kedua berada di balok anak.

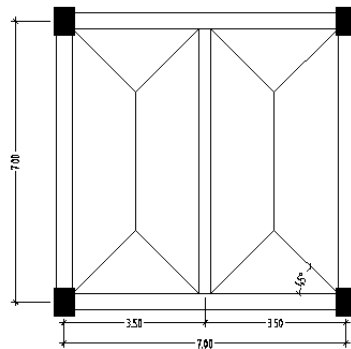
### 5.3.1 Data Perencanaan Balok Anak Pracetak

- Dimensi balok anak :  $30 \times 45$  cm
- Mutu beton ( $f_c'$ ) : 30 MPa
- Mutu baja ( $f_y$ ) : 400 MPa
- Tulangan lentur : D19
- Tulangan sengkang : D13

### 5.3.2 Pembebanan Balok Anak Pracetak

Beban yang bekerja pada balok anak merupakan berat sendiri dari balok anak tersebut dan semua berat merata yang terjadi pada pelat termasuk berat sendiri pelat dan beban hidup merata yang berada diatas pelat. Distribusi beban pada balok pendukung sedemikian rupa sehingga dapat dianggap sebagai beban trapesium pada lajur yang panjang.

Beban – beban trapesium tersebut kemudian dirubah menjadi beban merata ekuivalen untuk mendapatkan momen maksimumnya. Untuk mempermudah pemahaman pembebanan pada balok anak berikut disajikan gambar distribusi beban yang bekerja pada balok anak.



**Gambar 5.4** Denah Pembebanan Balok Anak

### 5.3.3 Perhitungan Pembebanan Balok Anak

➡ **Sebelum Komposit**

$$L_x = 350 - (35/2 + 40/2) = 362.5 \text{ cm}$$

$$L_y = 700 - (40/2 + 40/2) = 660 \text{ cm}$$

- Beban mati ( $Q_{DL}$ )

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri balok anak} &= 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 216 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$q \text{ mati pelat sebelum komposit} = 432 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{sebelum komposit}} &= (qD_{\text{balok}}) + \left\{ 2 \times \left( \frac{1}{2} qD \times lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{lx}{ly} \right)^2 \right) \right\} \\ &= 216 + \left\{ 2 \times \left( \frac{1}{2} \times 432 \times 3,62 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{3,62}{6,6} \right)^2 \right) \right\} \\ &= 1624,53 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Kombinasi beban

$Q_u$  sebelum komposit

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,4 \text{ DL} \\ &= 1,4 \times (1624,53) \\ &= 2274,34 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

### ↩ Sesudah Komposit

- Beban mati ( $Q_{DL}$ )

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri balok anak} &= 0,30 \times 0,45 \times 2400 \text{ kg/m}^2 \\ &= 324 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$q \text{ pelat sesudah komposit} = 483 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{sesudah komposit}} &= (qD_{\text{balok}}) + \left\{ 2 \times \left( \frac{1}{2} qD \times lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{lx}{ly} \right)^2 \right) \right\} \\ &= 324 + \left\{ 2 \times \left( \frac{1}{2} \times 483 \times 3,62 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{3,62}{6,6} \right)^2 \right) \right\} \\ &= 1111,41 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Beban hidup ( $Q_{LL}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_L &= 2 \times \left( \frac{1}{2} qL \times lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{lx}{ly} \right)^2 \right) \\
 &= 2 \times \left( \frac{1}{2} \times 192 \times 3,62 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{3,62}{6,6} \right)^2 \right) \\
 &= 626,01 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

- Kombinasi beban

$Q_u$  sesudah komposit

$$Q_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

$$= 1,2 \times (1614,66 + 324) + 1,6 \times 558,88$$

$$= 2724,11 \text{ kg/m}$$

#### 5.3.4 Perhitungan Momen dan Geser

Perhitungan momen dan gaya lintang sesuai dengan ikhtisar momen – momen dan gaya melintang dari SNI 2847:2013 pasal 8.3.3.

##### ↳ Momen Sebelum Komposit

Pada saat sebelum komposit, atau saat pengecoran. Di pasang support atau shoring di tengah bentang balok anak, perhitungan momennya menggunakan setengah bentang

$$M_{\text{tump}} = 1/10 \times (2274 \times \left( \frac{6,6}{3} \right)^2) = 1100,78 \text{ kgm}$$

$$M_{\text{lap}} = 1/11 \times (2274 \times \left( \frac{6,6}{3} \right)^2) = 1000,71 \text{ kgm}$$

$$V_{\text{max}} = 1/2 \times (2274 \times 6,6)/3 = 2501,78 \text{ kg}$$

##### ↳ Momen Sesudah Komposit

$$M_{\text{max}} = 1/8 \times (2724,11 \times 6,6^2) = 14832,78 \text{ kgm}$$

$$V = 1/2 \times (2724,11 \times 6,6) = 8989,56 \text{ kg}$$

#### 5.3.5 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Anak

$$\text{Dimensi balok anak} = 30/45$$

Tebal selimut beton	= 50 mm
Diameter tulangan utama	= 19 mm
Diameter tulangan sengkang	= 13 mm
Mutu beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Mutu baja ( $f_y$ )	= 400 MPa

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$\rho_{\min} = \frac{0,25\sqrt{f_c'}}{f_y} = 0,00342$$

Tetapi tidak boleh lebih kecil dari ;

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Maka  $\rho_{\min}$  pakai ;  $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\rho_{\text{balance}} = 0,85\beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{\text{balance}} = 0,85 \times 0,81 \times \frac{30}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\rho_{\text{balance}} = 0,03098$$

$$\rho_{\max} = 0,75\rho_{\text{balance}}$$

$$\rho_{\max} = 0,02634$$



### **Perhitungan tulangan sebelum komposit**

$$h \text{ efektif} = 300 - 50 - 13 - \frac{1}{2}(19) = 227,5 \text{ mm}$$

### **Penulangan Lentur akibat momen positif**

$$M_u = 1100,78 \text{ kgm} = 1100783,25 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{1100783,25}{0,9 \times 300 \times 227,5^2} = 0,79$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,79}{400}} \right) = 0,002$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,005 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

Tulangan lentur tarik

$$\begin{aligned} A_{S\text{perlu}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,035 \times 300 \times 227,5 = 238,88 \text{ mm}^2 \\ n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{S\text{perlu}}}{A_{S\phi 19}} \\ &= \frac{238,88}{283,53} = 0,31 \approx 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan lentur tarik **2D19** ( $A_s = 567,06 \text{ mm}^2$ )

Tulangan lentur tekan

$$\begin{aligned} A_{S\text{perlu}} &= 0,5 \times A_s \text{ tul. tarik} \\ &= 0,5 \times 238,88 = 119,44 \text{ mm}^2 \\ n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{S\text{perlu}}}{A_{S\phi 19}} \\ &= \frac{119,44}{283,53} = 0,42 \approx 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan lentur tarik **2D19** ( $A_s = 567,06 \text{ mm}^2$ )

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \text{ pasang} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{567,06 \times 400}{(0,85 \times 30 \times 300)} = 30,73 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral



$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{30,73}{0,80} = 38,15$$

- Regangan Tarik

$\varepsilon_0 = 0,003$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3

- Regangan Tarik netto

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_0 \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (227,5 - 38,15)}{39,10} = 0,015 > \varepsilon_0 \quad \dots \text{OK}$$

Kekuatan lentur nominal rencana

$$M_{n \text{ rencana}} = A_s \text{ pasang} \times f_y \times d - \frac{a}{2} = 567,06 \times 400 \times (227,5 - \frac{30,73}{2})$$

$$= 48116547,98 \text{ Nmm} = 4811,65 \text{ kgm}$$

- Kekuatan lentur nominal reduksi

$$\phi M_{n \text{ rencana}} = 0,9 \times 4811,65 = 4330,49 \text{ kgm}$$

- Kontrol kekuatan lentur nominal reduksi terhadap momen ultimit

$$\phi M_{n \text{ rencana}} > M_u \rightarrow 4330,49 \text{ kgm} > 1100,78 \text{ kgm} \quad \dots \text{OK}$$

#### ↳ **Perhitungan tulangan sesudah komposit**

$$h \text{ efektif} = 450 - 50 - 13 - \frac{1}{2} (19) = 377,5 \text{ mm}$$

#### Penulangan Lentur

$$M_u = 14832,78 \text{ kgm} = 148327778,30 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{148327778,30}{0,9 \times 300 \times 377,5^2} = 3,86$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 3,86}{400}} \right) = 0,011 \end{aligned}$$

sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

Tulangan lentur tarik

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,011 \times 300 \times 377,5 = 1189,43 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{tulangan}} = \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_{s\phi 19}}$$

$$= \frac{1189,43}{283,53} = 4,99 \approx 5 \text{ buah}$$

Digunakan tulangan lentur tarik **5D19** ( $A_s = 1417,64 \text{ mm}^2$ )

Tulangan lentur tekan

$$A_s' = 0,5 \times A_s = 0,5 \times 1417,64 = 594, \text{mm}^2$$

Maka digunakan tulangan lentur tekan

**3D19** ( $A_s = 850,59 \text{ mm}^2 > A_s'$ ) ..... **OK**

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekivalen

$$a = \frac{A_s \text{ pasang} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{1417,64 \times 400}{(0,85 \times 30 \times 300)} = 76,84 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{76,84}{0,80} = 95,37$$

- Regangan Tarik

$$\varepsilon_0 = 0,003 \text{ berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3}$$

- Regangan Tarik netto

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_0 \times (d_x - c)}{c} = \frac{0,003 \times (377,5 - 95,37)}{117,31} = 0,009 > \varepsilon_0 \quad \dots \text{OK}$$

Kekuatan lentur nominal rencana

$$M_{n \text{ rencana}} = A_s \text{ pasang} \times f_y \times d - \frac{a}{2} =$$

$$95,37 \times 400 \times (377,5 - \frac{95,37}{2})$$

$$= 192278683 \text{ Nmm} = 22511.86 \text{ kgm}$$

- Kekuatan lentur nominal reduksi

$$\phi M_{n \text{ rencana}} = 0,9 \times 22511.86 = 19227.87 \text{ kgm}$$

- Kontrol kekuatan lentur nominal reduksi terhadap momen ultimit

$$\phi M_{n \text{ rencana}} > M_u \rightarrow 17305.08 \text{ kgm} > 14832,78 \text{ kgm} \dots \text{OK}$$

### 5.3.6 Perhitungan Tulangan Geser

#### ↳ **Perhitungan tulangan geser sebelum komposit**

Dipakai tulangan geser 2 kaki  $\emptyset$  13 mm ( $A_s = 265.5 \text{ mm}^2$ )

Faktor reduksi geser  $\phi : 0,75$

$$V_u = 2501.78 \text{ kg} = 25017.76 \text{ N}$$

- Gaya geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \times b \times d = \frac{1}{6} \sqrt{19,5} \times 300 \times 227.5 =$$

$$62303.44 \text{ N}$$

- Gaya geser minimum

$$V_{s \text{ min}} = \frac{1}{3} \times b \times d = \frac{1}{3} \times 300 \times 227.5 = 22750.00 \text{ N}$$

- Kondisi perencanaan geser

$$1. V_u \leq 0,5 \times \phi \times V_c$$

$$25017.76 \text{ N} \leq 0,5 \times 0,75 \times 62303.44$$

$$25017.76 \text{ N} > 23363,79 \text{ N (Tidak OK)}$$

$$2. 0,5 \times \phi \times V_c < V_u \leq \phi \times V_c$$

$$23363,79 \text{ N} < 25017.76 \text{ N} \leq 0,75 \times 62303.44 \text{ N}$$

$$23363,79 \text{ N} < 25017.76 \text{ N} < 46727.58 \text{ N (OK)}$$

Jadi, tergolong kondisi 2, yaitu diperlukan sengkang minimum,

$$V_s = V_{s \text{ min}} = \frac{1}{3} \times b \times d = \frac{1}{3} \times 300 \times 227.5 = 22750.00 \text{ N}$$

Diameter sengkang = 13 mm, direncanakan 2 kaki

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 = 265,5 \text{ mm}^2 ; f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d_{\text{aktual}}}{V_{\min}} = \frac{265,5 \times 400 \times 227,5}{22750,00} = 1762 \text{ mm}$$



### **Perhitungan tulangan geser sesudah komposit**

Dipakai tulangan geser 2 kaki  $\emptyset$  13 mm ( $A_s = 265.5 \text{ mm}^2$ )

Faktor reduksi geser  $\phi : 0,75$

$V_u = 8989.56 \text{ kg} = 89895.62 \text{ N}$

- Gaya geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \times b \times d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 300 \times 227.5 =$$

103382.63 N

- Gaya geser minimum

$$V_{s \min} = \frac{1}{3} \times b \times d = \frac{1}{3} \times 300 \times 377.5 = 37750.00 \text{ N}$$

- Kondisi perencanaan geser

1.  $V_u \leq 0,5 \times \phi \times V_c$

$$89895.62 \text{ N} \leq 0,5 \times 0,75 \times 62303.44$$

$$89895.62 \text{ N} > 38768.49 \text{ N (Tidak OK)}$$

2.  $0,5 \times \phi \times V_c < V_u \leq \phi \times V_c$

$$38768.49 \text{ N} < 89895.62 \text{ N} \leq 0,75 \times 62303.44 \text{ N}$$

$$38768.49 \text{ N} < 89895.62 \text{ N} < 77536.97455 \text{ N (Tidak OK)}$$

3.  $\phi \times V_c < V_u \leq \phi \times (V_c + V_{s \min})$

$$77536.97 \text{ N} < 89895.62 \text{ N} \leq 105849.47 \text{ N (OK)}$$

Jadi, tergolong kondisi 3, yaitu diperlukan sengkang minimum,

- Jarak sengkang yang diperlukan

$$V_s = V_u - V_c = 89895.62 \text{ N} - 77536.97 \text{ N} = 12358.65 \text{ N}$$

Diameter sengkang = 13 mm, direncanakan 2 kaki

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi \cdot 13^2 = 265,5 \text{ mm}^2 ; f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \times f_y \times d_{\text{aktual}}}{V_s} = \frac{265,5 \times 400 \times 377,5}{12358,65} = 1951 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum sengkang berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.5.3 yakni :

Pada daerah lapangan, syarat maksimum tulangan geser balok adalah :

$$\bullet \quad s < d/4 \quad \quad \quad = 377.5/4 \quad \quad \quad = 94.375 \text{ mm}$$

- $s < 6\phi$  tulangan lentur =  $6 \times 19 = 114$  mm
- $s < 150$  mm

Sengkang pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan.

Pada daerah lapangan, syarat maksimum tulangan geser balok adalah :

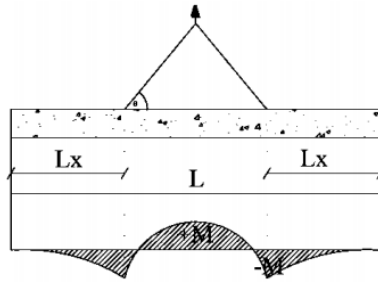
- $s < d/2 = 377.5/2 = 188.75$  mm

∴ Dipasang **D13-90** mm sepanjang  $2h = 2 \times 450 = 900$  mm dari muka kolom, dimana tulangan geser pertama dipasang 5 cm dari muka kolom dan **D13-150** mm pada daerah luar sendi plastis.

### 5.3.7 Kontrol balok pracetak

- 1) Kontrol tegangan balok pracetak pada waktu pengangkatan beton usia 3 hari.
  - Beban ultimate balok pracetak waktu pengangkatan (W)  
 $= 548.8 \text{ kg/m}^2$
  - Mutu beton umur 3 hari  
 $fc'_3 = 0.40 \times fc'$   
 $= 0.40 \times 30 \text{ Mpa}$   
 $= 12.00 \text{ Mpa}$
  - Modulus hancur beton saat umur 3 hari  
 $fr = 0.7 \times (fc'_3)^{0.5}$   
 $= 2.42 \text{ Mpa}$

Balok anak dibuat secara pracetak di pabrik. Elemen balok harus dirancang untuk menghindari kerusakan pada waktu proses pengangkatan. Titik pengangkatan dan kekuatan tulangan angkat harus menjamin keamanan elemen balok tersebut dari kerusakan.



Gambar 5.5 Momen Saat Pengangkatan Balok Anak

Dimana :

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Y_c}{Lx \operatorname{tg} \theta} \right)$$

$$-M = \frac{WX^2L^2}{2}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4Y_c}{Lx \operatorname{tg} \theta}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{Y_t}{Yb} \left( 1 + \frac{4Y_c}{Lx \operatorname{tg} \theta} \right)} \right)}$$

-Kondisi Sebelum Komposit

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$Lx = 660 \text{ cm}$$

Perhitungan :

$$Y_t = Y_b = \frac{(45 - 15)}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$I = \frac{1}{12} \times 30 \times 30^3 = 67500 \text{ cm}^4$$

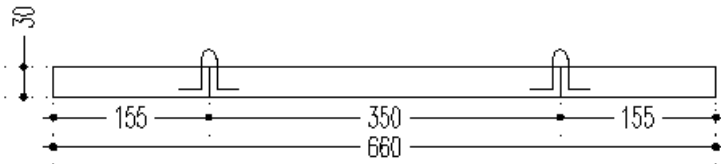
$$Y_c = Y_t + 3'' \rightarrow 3'' = 7,62 \text{ cm}$$

$$Y_c = 15 + 7,62 = 22,62 \text{ cm}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4 \times 22,62}{660 \times \tan 45^\circ}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{15}{15} \left( 1 + \frac{4 \times 22,62}{660 \times \tan 45^\circ} \right)} \right)} = 0,231$$

$$X \times L = 0,231 \times 660 = 152,46 \text{ cm} = 1,55 \text{ m}$$

$$L - 2(X \times L) = 6,6 - 2(1,55) = 3,50 \text{ m}$$



Gambar 5.6 Letak Titik Pengangkatan

#### -Pembebanan

$$\text{Balok } (0,30 \times 0,30 \times 6,6 \times 2400) = 1425,6 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} T \sin \phi &= P = \frac{1,2 \times k \times W}{2} \\ &= \frac{1,2 \times 1,2 \times 1425,6}{2} \\ &= 1026,432 \text{ kg} \\ T &= \frac{1026,432}{\sin 45^\circ} = 1451,594 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### -Tulangan Angkat Balok Anak

$$P_u = 1451,594 \text{ kg}$$

Menurut PPBBI pasal 2.2.2. tegangan ijin tarik dasar baja bertulang mutu  $f_y = 400 \text{ Mpa}$  adalah  $f_y/1,5$

$$\sigma_{\text{tarik ijin}} = 4000/1,5 = 2666,67 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi_{\text{tulangan angkat}} \geq \sqrt{\frac{P_u}{\sigma_{\text{ijin}} \times \pi}}$$

$$\varnothing_{\text{tulangan angkat}} \geq \sqrt{\frac{1451.594}{2667,67 \times \pi}}$$

$$\varnothing_{\text{tulangan angkat}} \geq 0.416 \text{ cm}$$

Digunakan Tulangan  $\varnothing$  10 mm

#### -Momen yang Terjadi

- Pembebanan

Balok ( $0,30 \times 0,30 \times 2400$ ) = 216 kg/m

Dalam upaya untuk mengatasi beban kejut akibat pengangkatan, momen pengangkatan dikalikan dengan faktor akibat pengangkatan sebesar 1,5 sebagai berikut :

- Momen lapangan

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Y_c}{L \times \tan \theta} \right)$$

$$+M = \left( \frac{216 \times 6.6^2}{8} \left( 1 - 4 \times 0,231 + \frac{4 \times 0,2262}{6.6 \times \tan 45} \right) \right) \times 1,5$$

$$= 376.356 \text{ kgm}$$

Tegangan yang terjadi

$$f = \frac{M}{W_t} = \frac{376.356 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 300 \times 300^2}$$

$$= 0.836 \text{ MPa} < (f_r = 2.42 \text{ MPa})..OK$$

- Momen tumpuan

$$-M = \frac{WX^2L^2}{2}$$

$$-M = \left( \frac{216 \times 0.231^2 \times 6.6^2}{2} \right) \times 1,5 = 376.356 \text{ kgm}$$

Tegangan yang terjadi



$$f = \frac{M}{Wt} = \frac{376.356 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 300 \times 300^2}$$

$$= 0.836 \text{ MPa} \leq (Fr = 2.42 \text{ MPa})..OK$$

## 2) Kontrol tegangan balok pracetak saat pengecoran topping beton usia 7 hari

- Mutu beton umur 7 hari

$$\begin{aligned} fc'_7 &= 0.65 \times fc' \\ &= 0.65 \times 30 \text{ Mpa} \\ &= 19.50 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Modulus hancur beton saat umur 7 hari

$$\begin{aligned} fr &= 0.7 \times (fc'_7)^{0.5} \\ &= 3.091 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Momen yang terjadi :

Pada saat sebelum komposit, atau saat pengecoran. Di pasang support atau shoring di tengah bentang balok anak, perhitungan momennya menggunakan setengah bentang.

$$M_{tump} = 1/10 \times (2274 \times \left(\frac{6.6}{3}\right)^2) = 1100,78 \text{ kgm}$$

$$M_{lap} = 1/11 \times (2274 \times \left(\frac{6.6}{3}\right)^2) = 1000,71 \text{ kgm}$$

- Momen tahanan beton :

$$\begin{aligned} W &= 1/6 \times L \times t^2 \\ &= 1/6 \times 6.6 \times 0.3^2 \\ &= 0.004 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tegangan tumpuan yang terjadi

$$\begin{aligned} \sigma &= M / W \\ &= 244618.07 \text{ kg/m}^2 \\ &= 2.446 \text{ Mpa} < (Fr = 3.09 \text{ Mpa})..OK \end{aligned}$$

## 5.4 Perencanaan Balok Lift

### 5.4.1 Data Perencanaan

Perencanaan yang dilakukan pada lift ini meliputi balok-balok yang berkaitan dengan mesin lift.

### 6. Lift penumpang

Pada bangunan ini digunakan lift penumpang yang diproduksi oleh Hyundai Elevator dengan data-data spesifikasi sebagai berikut :

Tipe Lift	: Lift Penumpang
Kapasitas	: 900 Kg/13 person
Kecepatan	: 1.5 m/sec
Dimensi sangkar ( car size )	
- Car Wide (CW)	: 1600 mm
- Car Depth (CD)	: 1350 mm
- Opening	: 900 mm
Dimensi ruang luncur ( Hoistway )	
- Hoistway width (HW)	: 4200 mm
- Hoistway Depth (HD)	: 1980 mm
Beban reaksi ruang mesin	
R <sub>1</sub>	: 4100 kg
R <sub>2</sub>	: 2450 kg

Tabel 5.2 Data lift penumpang

																	(Unit: mm)	
Speed (m/sec)	Capacity		Clear Opening	Car			Hoistway				M/C Room				M/C Room Reaction (kg)		Pit Reaction (kg)	
	Persons	kg		OP	Internal	External	1Car	2Cars	3Cars	Depth	1Car	2Cars	3Cars	Depth	R1	R2	R3	R4
1	6	450	800	1400 × 850	1460 × 1005	1800	3700	5600	1430	2000	4000	6000	3200	3600	2000	5400	4500	
	8	550	800	1400 × 1030	1460 × 1185	1800	3700	5600	1610	2000	4000	6000	3400	4050	2250	6000	4900	
	9	600	800	1400 × 1130	1460 × 1285	1800	3700	5600	1710	2000	4000	6000	3500	4100	2450	6300	5100	
	10	700	800	1400 × 1250	1460 × 1405	1800	3700	5600	1830	2000	4000	6000	3600	4200	2700	6800	5400	
1.5	11	750	800	1400 × 1350	1460 × 1505	1800	3700	5600	1930	2000	4000	6000	3700	4550	2800	7100	5600	
	13	900	900	1600 × 1350	1660 × 1505	2050	4200	6350	1980	2300	4400	6800	3750	5100	3750	8100	6300	
1.75	15	1000	900	1600 × 1500	1660 × 1655	2050	4200	6350	2130	2300	4400	6800	3850	5450	4300	8600	6600	

## 7. Lift barang

Pada bangunan ini digunakan lift penumpang yang diproduksi oleh Hyundai Elevator dengan data-data spesifikasi sebagai berikut :

Tipe Lift	: Lift Barang
Dimensi sangkar ( car size )	
- Car Wide (CW)	: 2500 mm
- Car Depth (CD)	: 1500 mm

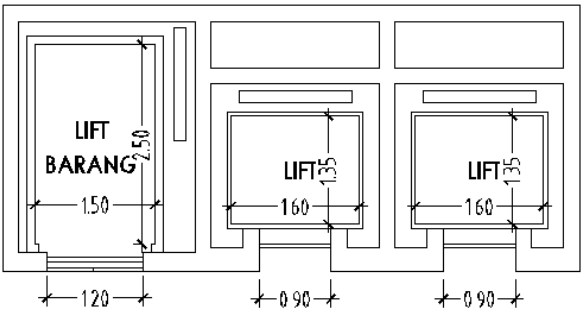
- Opening : 1200 mm
- Dimensi ruang luncur ( Hoistway )
- Hoistway width (HW) : 2300 mm
- Hoistway Depth (HD) : 3050 mm
- Beban reaksi ruang mesin
  - R<sub>1</sub> : 6500 kg
  - R<sub>2</sub> : 3700 kg

Tabel 5.3 Data lift barang

Standard Dimensions & Reactions

(Unit : mm)

Type	Model	Speed (m/min)	Clear Opening	Car		Hoistway X × Y	M/C Room MX × MY	M/C Room Reaction(kg)	
			OP	Internal CA × CB	External A × B			R1	R2
Standard Type	B750-2S	30, 45 60	1100	1300 × 2300	1360 × 2492	2050 × 2850	2300 × 3500	5790 5900	3450 3750
	B1000-2S	30, 45 60	1200	1500 × 2500	1560 × 2692	2300 × 3050	2750 × 4000	6500 6800	3700 4100
Double Entrance Type	B750-2SD	30, 45 60	1100	1300 × 2300	1360 × 2634	2050 × 3000	2300 × 3500	5790 5900	3450 3700
	B1000-2SD	30, 45 60	1200	1500 × 2500	1560 × 2834	2450 × 3200	2750 × 4000	9300 9500	3700 4100

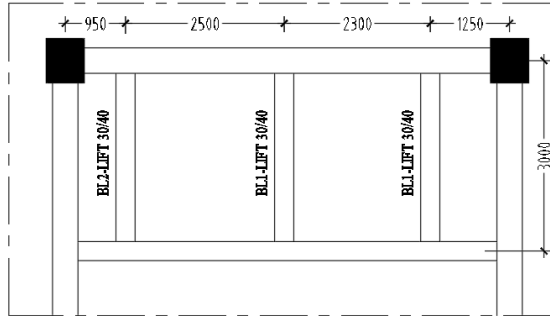


Gambar 5.7 Sketsa denah lift

#### 5.4.2 Pembebanan

$$P1 = 6500 + 3700 = 10200 \text{ kg}$$

$$P2 = P3 = 5100 + 3750 = 8850 \text{ kg}$$



Gambar 5.8 denah balok lift

#### 5.4.3 Perencanaan Dimensi Balok Penumpu Lift

$$h_{\min} = \frac{1}{16} \times 300 \text{ cm} = 18,75 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

$$b = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \times 40 \text{ cm} = 26,67 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

Dirancang dimensi balok 30/45 cm

#### 5.4.4 Perhitungan tulangan balok lift

##### Data Perencanaan

$$f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tul. balok diameter } (D_{19}) = 19 \text{ mm} \quad (A_s = 283,53 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Tul. sengkang diameter } (D_{13}) = 13 \text{ mm} \quad (A_s = 132,73 \text{ mm}^2)$$

$$b = 30 \text{ cm} ; h = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$d = 400 - 50 - 13 - 19/2 = 327,5 \text{ mm}$$

$$M_u = 52420800 \text{ Nmm dari sap 2000}$$

$$V_u = 59404,10 \text{ N}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$\rho_{\min} = \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} = 0,0035$$

Tetapi tidak boleh lebih kecil dari ;

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Maka  $\rho_{\min}$  pakai ;  $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\rho_{\text{balance}} = 0,85 \beta_1 \frac{f_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{\text{balance}} = 0,85 \times 0,81 \frac{30}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\rho_{\text{balance}} = 0,03098$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_{\text{balance}}$$

$$\rho_{\max} = 0,02634$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{52420800}{0,9 \times 300 \times 327,5^2} = 0,13$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,13}{400}} \right) = 0,000314 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,000314 > \rho_{\min} = 0,0035$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

Tulangan lentur tarik

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0035 \times 300 \times 327.5 = 343,88 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{ tulangan}} = \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{A_{s\phi 19}}$$

$$= \frac{343,88}{283,53} = 1,21 \approx 2 \text{ buah}$$

Digunakan tulangan lentur tarik 2D19 ( $A_s = 567,06 \text{ mm}^2$ )

Tulangan lentur tekan

$$A_s' = 0,5 \times A_s = 0,5 \times 343,88 = 171,94 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan lentur tekan

2 D19 ( $A_s' = 567,06 > A_s$ ) ..... OK

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \text{ pasang} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{567,06 \times 400}{(0,85 \times 30 \times 300)} = 30,73 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,85 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,81$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{30,73}{0,81} = 38,15$$

- Regangan Tarik

$\epsilon_0 = 0,003$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3

- Regangan Tarik netto

$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_0 \times (d - c)}{c} = \frac{0,003 \times (327.5 - 38,15)}{38,15} = 0,023 > \epsilon_0 \quad \dots \text{OK}$$

Kekuatan lentur nominal rencana

$$M_{n \text{ rencana}} = A_s \text{ pasang} \times f_y \times d - \frac{a}{2} =$$

$$850,59 \times 400 \times (382.5 - \frac{44,48}{2})$$

$$= 122573709,6 \text{ Nmm} = 12257,370 \text{ kgm}$$

- Kekuatan lentur nominal reduksi

$$\phi \text{ Mn}_{\text{rencana}} = 0,9 \times 12257,370 = 159345,82 \text{ kgm}$$

- Kontrol kekuatan lentur nominal reduksi terhadap momen ultimit

$$\phi \text{ Mn}_{\text{rencana}} > \text{Mu} \rightarrow 159345,82 \text{ kgm} > 115577,944 \text{ kgm} \text{ ..OK}$$

### Penulangan Geser

$$\text{Vu} = 211731.42 \text{ N}$$

- Gaya geser beton

$$\text{Vc} = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \times b \times d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 300 \times 377.5 = 103382.63 \text{ N}$$

- Gaya geser minimum

$$\text{Vs}_{\min} = \frac{1}{3} \times b \times d = \frac{1}{3} \times 300 \times 377.5 = 37750.00 \text{ N}$$

- Kondisi perencanaan geser

$$1. \text{Vu} \leq 0,5 \times \phi \times \text{Vc}$$

$$211731.42 \leq 0,5 \times 0,75 \times 103382.63$$

$$211731.42 > 38768.49 \quad \textbf{(Tidak OK)}$$

$$2. 0,5 \times \phi \times \text{Vc} < \text{Vu} \leq \phi \times \text{Vc}$$

$$38768.49 < 211731.42 \leq 0,75 \times 103382.63$$

$$38768.49 < 211731.42 > 77536.975 \quad \textbf{(Tidak OK)}$$

$$3. \phi \times \text{Vc} < \text{Vu} \leq \phi \times (\text{Vc} + \text{Vs}_{\min})$$

$$77536.975 < 211731.42 \leq 0,75 \times (103382.63 + 37750.00)$$

$$77536.975 < 211731.42 > 105849.47 \quad \textbf{(Tidak OK)}$$

Karena dari tiga keadaan tidak oke, maka di simpulkan perlu tulangan geser.

$$\phi = 0,75 \text{ (SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)}$$

$$\text{Vs} = \frac{\text{Vu}}{\phi} - \text{Vc} = \frac{211731.42}{0,75} - 104751.94 = 117556.62 \text{ N}$$

Diameter sengkang = 13 mm, direncanakan 2 kaki

$$\text{Av} = 2 \times \frac{1}{4} \pi \cdot 13^2 = 265,5 \text{ mm}^2 ; \text{fy} = 400 \text{ Mpa}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d_{aktual}}{V_s} = \frac{265,5 \times 400 \times 377,5}{117556.62} = 341,03 \text{ mm}$$

Syarat spasi maksimum tulangan geser balok menurut SNI 2847:2013 pasal 21.5.3.2 :

- $s < d/4 = 382,5/4 = 95,625 \text{ mm}$
- $s < 6\phi$  tulangan lentur  $= 6 \times 19 = 114 \text{ mm}$
- $s < 150 \text{ mm}$

Senggang pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan.

Pada daerah lapangan, syarat maksimum tulangan geser balok adalah :

- $s < d/2 = 382,5/2 = 191.25 \text{ mm}$

∴ Dipasang **D13-90** mm sepanjang  $2h = 2 \times 450 = 900 \text{ mm}$  dari muka kolom, dimana tulangan geser pertama dipasang 5 cm dari muka kolom dan **D13-150** mm pada daerah luar sendi plastis.

## 5.5 Perencanaan Tangga

Pada perencanaan ini, struktur tangga dimodelkan sebagai frame statis tertentu dengan kondisi ujung perletakan berupa sendi dan rol (rol diletakkan pada ujung bordes). Struktur tangga ke atas dan ke bawah tipikal.

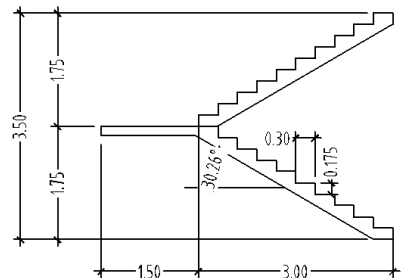
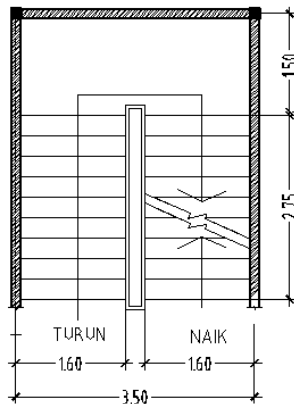
### 5.5.1 Data Perencanaan

Data perencanaan yang diperlukan untuk merencanakan konstruksi tangga adalah sebagai berikut :

- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 30 Mpa
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 Mpa
- Tinggi antar lantai = 350 cm
- Panjang bordes = 350 cm
- Lebar bordes = 150 cm
- Tebal pelat tangga (tp) = 15 cm
- Tebal pelat bordes = 15 cm
- Tinggi injakan (t) = 17.5 cm



- Lebar injakan (  $i$  )  $= 30 \text{ cm}$
- Jumlah tanjakan (  $n_T$  )  $= \frac{\text{Tinggi lantai}}{t}$   
 $= 3.5/0.175 = 20 \text{ buah}$
- Jumlah injakan (  $n_i$  )  $= 20 - 1 = 19 \text{ buah}$
- Jumlah tanjakan ke bordes  $= 10 \text{ buah}$
- Jumlah tanjakan dari bordes ke lantai 2  $= 10 \text{ buah}$
- Elevasi bordes  $= 175 \text{ cm}$
- Panjang horizontal plat tangga bordes  $= i \times \text{jumlah tanjakan}$   
 $= 30 \times 10 = 300 \text{ cm}$
- Kemiringan tangga (  $\alpha$  )  
 $\text{arc tan } \alpha = \frac{\text{elevasi bordes}}{\text{panjang horisontal plat tangga}} = \frac{175}{300} = 0,583$   
 Jadi,  $\alpha = 30,26$



Cek syarat :

- $60 \leq (2t + i) \leq 65$

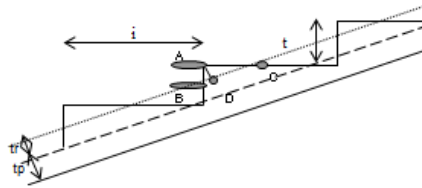
$$60 \leq (2 \times 17.5 + 30) \leq 65$$

$$60 \leq 65 \leq 65 \dots \dots \dots \textbf{(OK)}$$

- $25 \leq \alpha \leq 40$

$$25 \leq 30,26^\circ \leq 40 \dots \textbf{(OK)}$$

- Tebal plat rata-rata anak tangga =  $(i/2) \sin \alpha$   
 $= (30/2) \sin 30,26^\circ$   
 $= 7,56 \text{ cm}$
- Tebal plat rata-rata =  $t_p + t_r = 15 + 7,56$   
 $= 22,56 \text{ cm} \approx 23 \text{ cm}$



### 5.5.2 Perhitungan Pembebanan dan Analisa Struktur

#### a. Pembebanan Tangga

##### Beban Mati (DL)

Plat tangga = $0,23 \times 2400$	=	$552 \text{ kg/m}^2$
Tegel	=	$48 \text{ kg/m}^2$
Spesi (2 cm)	=	$42 \text{ kg/m}^2$
Sandaran	=	$50 \text{ kg/m}^2 +$
Total (DL)	=	$692 \text{ kg/m}^2$

##### Beban Hidup (LL) : $479 \text{ kg/m}^2$

Kombinasi Beban :

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= 1,2 (692) + 1,6 (479) \\ &= 1596,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### b. Pembebanan Pelat Bordes

##### Beban Mati (DL)

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Pelat bordes} & = 0,15 \times 2400 & = 480 \text{ kg/m} \\
 \text{Spesi (2 cm)} & & = 42 \text{ kg/m} \\
 \text{Tegel} & & = 48 \text{ kg/m} + \\
 \text{Total (LL)} & = 590 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

**Beban Hidup (LL) :** 479 kg/m<sup>2</sup>

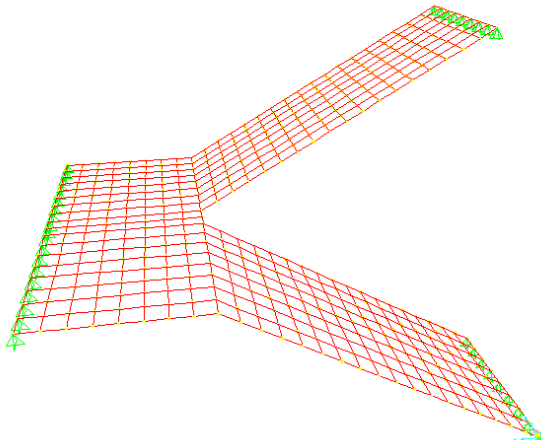
Kombinasi Beban :

$$\begin{array}{rcl}
 Q_u & = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\
 & = 1,2 (590) + 1,6 (479) \\
 & = 1474,4 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

### 5.5.3 Analisa Gaya-Gaya Dalam

Pada proses analisa struktur tangga ini, menggunakan program bantuan sap2000 versi 14.2.2, seperti gambar di bawah ini ;

Dari analisa struktur menggunakan program bantu SAP 2000 v.14, didapatkan gaya-gaya dalam yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 5.9 Permodelan Tangga pada SAP 2000 v.14.2.2

**Pelat Tangga**

Momen maksimum : 1597,57 kgm/m

Momen minimum : -1937,17 kgm/m

**Pelat Bordes**

Momen maksimum : 537,06 kgm/m

Momen minimum : 1149,86 kgm/m

## 5.5.4 Perhitungan Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

▪ **Perhitungan Penulangan Pelat Tangga**

Data – Data Perencanaan

Mutu beton ( $f'_c$ ) = 30 MpaMutu baja ( $f_y$ ) = 400 Mpa

Berat jenis beton = 2400 Mpa

D tulangan lentur = 13 mm

Tebal pelat tangga = 150 mm

Tebal pelat bordes = 150 mm

Tebal selimut beton = 20 mm

$$\beta_1 = 0.8 + \frac{30 - 28}{35 - 30} \times 0.05$$

$$\beta_1 = 0.81$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15.69$$

$$d = 150 - 20 - (0.5 \times 13) = 123.5 \text{ mm}$$

**Penulangan pelat tangga**

➤ Tulangan utama

$$M_{\max} = 1937.17 \text{ kgm} = 19371700 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0.9$ 

$$R_n = \frac{M_u}{0.9 \times 1000 \times d^2} = \frac{19371700}{0.9 \times 1000 \times 173.5^2} = 1.41$$

 $\rho_{\min} = 0.002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 1,41}{400}} \right) = 0,004$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,004 > \rho_{\text{min}} = 0,002$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,004 \times 1000 \times 123,5 = 448,49 \text{ mm}^2$$

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_{s \text{ perlu}} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{19371700 \times 400}{(0,85 \times 30 \times 1000)} = 7,38 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{7,38}{0,80} = 9,28$$

- Regangan Tarik

$\epsilon_0 = 0,003$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3

- Regangan Tarik netto

$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_0 \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (173,5 - 9,28)}{9,28} = 0,037 > \epsilon_0 \quad \dots \text{OK}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times A_{s \phi 13}}{A_{s \text{ perlu}}} = \frac{1000 \times 132,73}{448,49} = 295,96 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 150 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D13-150** mm ( $A_s = 1061.86 \text{ mm}^2$ )

➤ Penulangan lentur arah melintang pelat

Penulangan arah y dipasang tulangan susut dan suhu dengan :

$$\rho = 0,0018 \text{ untuk } f_y = 400 \text{ Mpa}$$

(SNI 2847:2013 pasal 7.12.2.1)

$$A_{s\text{perlu}} = 0,0018 \times b \times d$$

$$= 0,0018 \times 1000 \times 123,5 = 222,30 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan lentur **D13-300** mm ( $A_s = 442.43 \text{ mm}^2$ )

### Penulangan pelat bordes

➤ Tulangan utama

$$M_{\text{max}} = 1149,86 \text{ kgm} = 11498600 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0,9 \times 1000 \times d^2} = \frac{11498600}{0,9 \times 1000 \times 123,5^2} = 0,84$$

$\rho_{\text{min}} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,84}{400}} \right) = 0,0021 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0021 > \rho_{\text{min}} = 0,002$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0021 \times 1000 \times 123,5 = 263,02 \text{ mm}^2$$

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_{s\text{perlu}} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{263,02 \times 400}{(0,85 \times 30 \times 1000)} = 4,33 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,85 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{4,33}{0,80} = 5,44$$

- Regangan Tarik

$\varepsilon_0 = 0,003$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.2.3

- Regangan Tarik netto

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_o \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (173,5 - 5,44)}{5,44} = 0,065 > \varepsilon_o \quad \dots \text{OK}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times A_s \emptyset 13}{A_s \text{ perlu}} = \frac{1000 \times 132,73}{263,02} = 504,64 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 150 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D13-150** mm ( $A_s = 1061.86 \text{ mm}^2$ )

➤ Penulangan lentur arah melintang pelat

Penulangan arah y dipasang tulangan susut dan suhu dengan :

$\rho = 0,0018$  untuk  $f_y = 400 \text{ Mpa}$

(SNI 2847:2013 pasal 7.12.2.1)

$$A_{s\text{perlu}} = 0,0018 \times b \times d$$

$$= 0,0018 \times 1000 \times 123,5 = 222,30 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan lentur **D13-300** mm ( $A_s = 442.43 \text{ mm}^2$ )





## **BAB VI**

### **PERMODELAN STRUKTUR**

#### **6.1 Umum**

Permodelan struktur gedung ini dilakukan menggunakan program bantu SAP 2000. Pada program SAP 2000, struktur ini akan dimodelkan sesuai dengan kondisi yang nyata. Program ini akan membantu dalam beberapa perhitungan yang akan digunakan untuk mengecek apakah struktur sudah memenuhi persyaratan yang ada di SNI 1726:2012 (Gempa). Urutan dan tahapan permodelan struktur dimasukkan sesuai dengan gambar rencana dan parameter-parameter material dan pembebanan dimasukkan sesuai dengan spesifikasi dari material yang digunakan. Pembebanan gravitasi pada perencanaan desain ini mengacu pada SNI 1727:2013 dan pembebanan gempa mengacu pada SNI 1726:2012.

#### **6.2 Data Perencanaan**

Pada perencanaan gedung Hotel Harvest Kota Batu dimodifikasi menggunakan beton pracetak dengan data perencanaan sebagai berikut :

##### **8. Data Umum Gedung :**

- Nama Gedung : Hotel Harvest.
- Lokasi : Kota batu
- Fungsi : Gedung perhotelan.
- Jumlah Lantai : 6 lantai dan 3basement
- Tinggi gedung : 21,50 m
- Panjang gedung : 109.7 m
- Lebar gedung : 45,30 m
- Material : Beton Pracetak
- Sistem struktur : Sistem rangka terbuka (Open Frame)

##### **9. Data Bahan :**

- Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 Mpa
- Mutu Baja ( $f_y$ ) : 400 Mpa

### 6.3 Pembebanan Struktur

Pembebanan gravitasi struktur pada sistem rangka pemikul momen khusus hanya diterima oleh rangka. Pembebanan ini termasuk beban mati dan beban hidup yang terjadi pada struktur.

#### 1. Beban Mati Lantai

- Penggantung +Plafond : 18 Kg/m<sup>2</sup>
- Keramik : 48 Kg/m<sup>2</sup>
- Spesi tebal 2cm : 42 Kg/m<sup>2</sup>
- Ducting & plumbing : 15 Kg/m<sup>2</sup>

#### 2. Beban Mati Lantai Atap

- Penggantung +Plafond : 18 Kg/m<sup>2</sup>
- Aspal tebal 1cm : 14 Kg/m<sup>2</sup>
- Ducting & plumbing : 15 Kg/m<sup>2</sup>

#### 3. Beban Hidup

- Lantai Hotel : 192 Kg/m<sup>2</sup>
- Tangga dan Bordes : 479 Kg/m<sup>2</sup>
- Lantai atap sebagai taman : 479 Kg/m<sup>2</sup>

#### 4. Beban dinding

- Bata ringan criticon tebal 10cm : 60 Kg/m<sup>2</sup>
- Plester drymix tebal 1.5cm : 2 x 28,5 Kg/m<sup>2</sup>
- Acian drymix tebal 1cm : 2 x 19 Kg/m<sup>2</sup>

Total : 155 Kg/m<sup>2</sup>

### 6.4 Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI 03-1727-2013 pasal 2.3.2 kombinasi untuk kekuatan perlu harus paling tidak sama dengan kekuatan terfaktor.

1.  $U = 1,4DL$
2.  $U = 1,2DL + 1,6L + 0,5 Lr$
3.  $U = 1,2DL + 1,6 Lr + LL$
4.  $U = 1,2DL + 1,0Ex + LL$
5.  $U = 1,2DL + 1,0Ey + LL$

$$6. \quad U = 0,9DL + 1,0Ex$$

$$7. \quad U = 0,9DL + 1,0Ey$$

Dimana ;

DL = beban mati

LL = beban hidup

Ex = beban gempa arah x

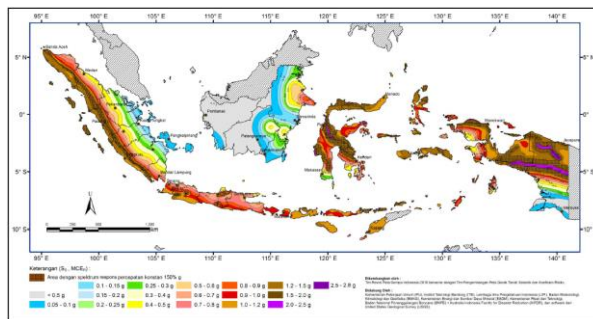
Ey = beban gempa arah y

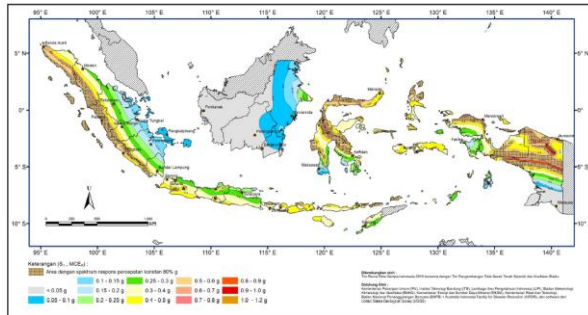
Lr = beban hidup atap

## 6.5 Analisa Beban Gempa

### 6.5.1 Percepatan Respons Spektrum

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 6.1.1 parameter Ss (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan S1 (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spectral percepatan 0,2 detik dan 1detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 tahun. Penentuan nilai faktor Ss dan S1 berdasarkan SNI 1726:2012 gambar 9 dan 10 seperti berikut.





Gambar 6.2 Peta percepatan batuan dasar periode 1 detik

Lokasi bangunan yang berada di Surabaya maka dapat ditentukan nilai  $S_s = 0,761g$  dan  $S_1 = 0,324g$ .

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 6.2 penentuan respons spectral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismic pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan percepatan pada getaran periode 1 detik ( $F_v$ ). Nilai  $F_a$  didapat berdasarkan SNI 1726:2017 Tabel 4 dan  $F_v$  pada tabel 5.

Tabel 6.1 Koefisien Situs  $F_a$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER)				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS	SS	SS	SS	SS

Tabel 6.2 Koefisien Situs Fv

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda 1 detik, S1				
	$S_s \leq 0,1$	$S_s = 0, 2$	$S_s = 0,3$	$S_s = 0,4$	$S_s \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS	SS	SS	SS	SS

Dari data tersebut didapatkan ;

$$S_s = 0,761 \text{ g}$$

$$S1 = 0,324 \text{ g}$$

$$F_a = 1,196$$

$$F_v = 1,753$$

$$\begin{aligned} SMS &= F_a \times S_s \quad (\text{SNI 1726:2012 persamaan 6.2-1}) \\ &= 1,196 \times 0,761 \\ &= 0,91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SM1 &= F_v \times S1 \quad (\text{SNI 1726:2012 persamaan 6.2-2}) \\ &= 1,753 \times 0,25 \\ &= 0,567 \end{aligned}$$

### 6.5.2 Parameter Percepatan Respons Spektral

$$\begin{aligned} S_{DS} &= \frac{2}{3} S_{MS} \quad (\text{SNI 1726:2012 persamaan 6.2-3}) \\ &= \frac{2}{3} 0,91 \\ &= 0,607 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{D1} &= \frac{2}{3} S_{M1} \quad (\text{SNI 1726:2012 persamaan 6.2-4}) \\ &= \frac{2}{3} 0,567 \\ &= 0,378 \end{aligned}$$

### 6.5.3 Respons Spektrum

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 6.4 Pers. 9 dan 10, didapatkan bahwa:

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \cdot \frac{0,378}{0,607} = 0.124 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,318}{0,556} = 0.622 \text{ detik}$$

Ketentuan untuk perhitungan respons spectrum :

- Jika  $T < T_0$ , nilai  $S_a = S_{DS} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{T}{T_0}\right)$

Untuk  $T = 0$ , maka:

$$S_a = 0,607 \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{0}{0.124}\right) = 0,242$$

- Jika  $T \geq T_0$  dan  $T \leq T_s$ , nilai  $S_a = S_{DS}$

Untuk  $T = T_0 = 0,124$  ; maka  $S_a = 0.607$

Untuk  $T = T_s = 0.622$  ; maka  $S_a = 0.607$

- Jika  $T > T_s$ , Spectrum respons percepatan desain

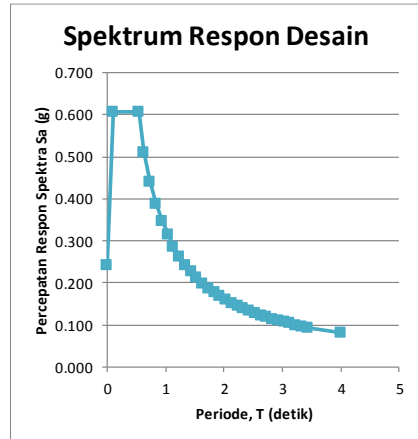
$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Untuk  $T = T_s + 0,1 = 0.622 + 0,1 = 0,722$ ;

$$\text{maka } S_a = \frac{0,324}{0.722} = 0,448$$

Tabel 6.3 Hasil Spektrum Respon Desain

0	0	0.242
T0	0.107	0.607
Ts	0.534	0.607
Ts+0.1	0.634	0.511
Ts+0.2	0.734	0.442
Ts+0.3	0.834	0.389
Ts+0.4	0.934	0.347
Ts+0.5	1.034	0.313
Ts+0.6	1.134	0.286
Ts+0.7	1.234	0.263
Ts+0.8	1.334	0.243
Ts+0.9	1.434	0.226
Ts+1.0	1.534	0.211
Ts+1.1	1.634	0.198
Ts+1.2	1.734	0.187
Ts+1.3	1.834	0.177
Ts+1.4	1.934	0.168
Ts+1.5	2.034	0.159
Ts+1.6	2.134	0.152
Ts+1.7	2.234	0.145
Ts+1.8	2.334	0.139
Ts+1.9	2.434	0.133
Ts+2.0	2.534	0.128
Ts+2.1	2.634	0.123
Ts+2.2	2.734	0.119
Ts+2.3	2.834	0.114
Ts+2.4	2.934	0.110
Ts+2.5	3.034	0.107
Ts+2.6	3.134	0.103
Ts+2.7	3.234	0.100
Ts+2.8	3.334	0.097
Ts+2.9	3.434	0.094
4	4	0.081



Gambar 6.3 Grafik Spektral Percepatan Gempa

Berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 1, Hotel Fave ini dikelompokkan dalam kategori resiko II. Dengan nilai  $SDS = 0,607$  dan  $S D1 = 0,378$ , menurut SNI 1726:2012 tabel 6 dan 7 didapatkan Surabaya merupakan kategori D.

Tabel 6.4 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek

Nilai SDS	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$SDS < 0,167$	A	A
$0,167 \leq SDS < 0,33$	B	C
$0,33 \leq SDS < 0,50$	C	D
$0,50 \leq SDS$	D	D

Tabel 6.5 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik

	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$SD1 < 0,067$	A	A
$0,067 \leq SD1 < 0,133$	B	C
$0,133 \leq SD1 < 0,20$	C	D
$0,20 \leq SD1$	D	D

Karena bangunan hotel ini termasuk kategori D, maka dipilih kriteria desain Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

#### 6.5.4 Pembebanan Gempa Dinamis

Perhitungan beban gempa pada struktur gedung Hotel Fave Surabaya ditinjau dengan pengaruh gempa dinamik sesuai SNI 1726:2012. Analisisnya dilakukan berdasarkan analisis respon dinamik dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan.



#### 6.5.6 Arah Pembebanan gempa

Beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan terjadi dalam arah sembarang baik dalam arah x maupun y secara bolak-balik dan berkala. Arah pembebanan gempa direncanakan efektif 100% pada arah utama dan 30% pada arah tegak lurus arah utama dan terjadi bersamaan.

- Gempa respon spektrum X :  
100% efektivitas untuk arah X dan 30% efektivitas arah Y
- Gempa respon spektrum Y :  
100% efektivitas untuk arah Y dan 30% efektivitas arah X

#### 6.5.7 Faktor Reduksi Gempa (R)

Bangunan gedung ini direncanakan dengan sistem rangka pemikul momen khusus. Berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 9 didapatkan nilai pembesaran defleksi ( $C_d$ ) = 5,5 , nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ ) = 8 , dan nilai faktor kuat lebih sistem ( $\Omega$ ) = 3.

faktor pembesaran bebannya diambil dari formulasi perumusan sebagai berikut :

$$LoadFactor = \frac{I}{R} g = \frac{1}{8} (9.8) = 1.225$$

*Load factor* tersebut adalah untuk arah gempa yang ditinjau sedangkan arah yang tegak lurus dari peninjauan gempa tersebut akan dikenakan gempa sebesar 30% dari arah gempa yang ditinjau adalah  $30\% \times 1.225 = 0.368$

Menurut SNI 1726:2012 pasal 4.1.2 pengaruh beban gempa rencana terhadap bangunan tersebut dikalikan faktor keutamaan ( $I_e$ ). Bangunan rumah sakit dikelompokkan dalam kategori resiko IV. Berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 2, didapatkan nilai  $I_e = 1,0$ .

## 6.6 Permodelan dengan SAP 2000

### 6.6.1 Besaran massa

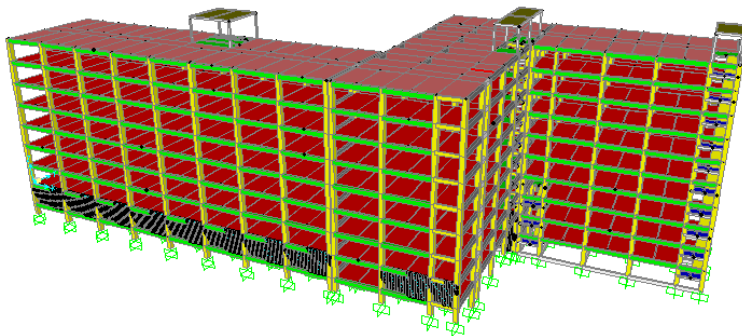
Besaran massa elemen struktur (mass source) adalah massa struktur pada SAP 2000 yang digunakan pada perhitungan massa untuk analisa modal menggunakan pilihan ketiga dimana berat sendiri akan dihitung oleh struktur sedangkan beban-beban tambahan ditambahkan dengan pembesaran yang sesuai dengan jenis bebannya. Massa-massa beban yang dimasukkan adalah :

- Beban Dead : Multiplier 1.0
- Beban Dead++ : Multiplier 1.0
- Beban Live : Multiplier 0.7

### 6.6.2 Permodelan struktur

Analisa struktur terhadap struktur bangunan ini, menggunakan asumsi bahwa sistem struktur merupakan model space frame (3D *frame system*). Oleh karena itu elemen-elemen struktur dirancang dengan 6 derajat kebebasan pada kedua ujung modal elemen ( $UX, UY, UZ \neq 0$  dan  $RX, RY, RZ \neq 0$ ).

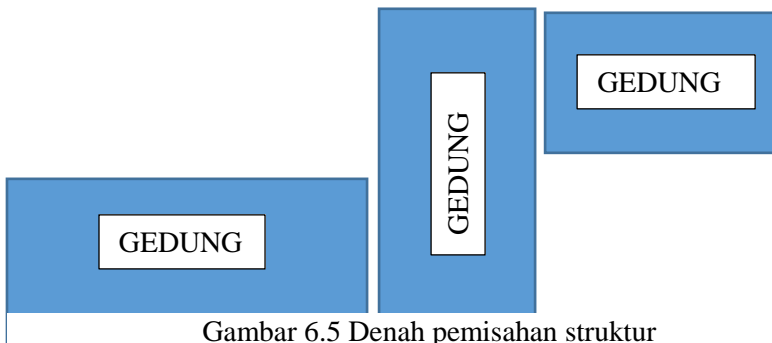
Model *undeformed shape* struktur bangunan ini dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini yang merupakan *capture picture* dari SAP 2000.



Gambar 6.4 Permodelan Struktur Tampak Isometri (3D)

## 6.7 Kontrol Desain

Setelah dilakukan permodelan struktur 3 dimensi dengan program bantu SAP 2000, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap batasan-batasan tertentu sesuai dengan peraturan SNI 1726:2012 untuk menentukan kelayakan sistem struktur tersebut. Dari hasil analisis tersebut juga diambil gaya dalam yang terjadi pada masing-masing elemen struktur untuk dilakukan perencanaan penulangan struktur.



Gambar 6.5 Denah pemisahan struktur

### 6.7.1 Kontrol Partisipasi Massa

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.9.1 hasil analisis didapatkan partisipasi masa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah. Analisis modal menggunakan SAP 2000 diambil sebanyak 12 Mode Shape untuk menjamin partisipasi massa struktur lebih dari 90%.

### a. Gedung A

Tabel 6.6 Modal Mass Participation Ratios bangunan A

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
OutputCase	StepType	StepNum	Period	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.616194	0.000000141	0.777
MODAL	Mode	2	1.503043	0.086	0.777
MODAL	Mode	3	1.216767	0.735	0.777
MODAL	Mode	4	0.600602	0.735	0.786
MODAL	Mode	5	0.57447	0.738	0.786
MODAL	Mode	6	0.516675	0.738	0.786
MODAL	Mode	7	0.506336	0.738	0.891
MODAL	Mode	8	0.47747	0.749	0.891
MODAL	Mode	9	0.397056	0.846	0.891
MODAL	Mode	10	0.219069	0.977	0.891
MODAL	Mode	11	0.252583	0.977	0.965
MODAL	Mode	12	0.169183	0.977	0.965

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X 97,7% pada moda ke 11 dan partisipasi massa arah Y 96,5% pada moda ke 12. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan memenuhi syarat partisipasi massa ragam paling sedikit 90%.

## b. Gedung B

Tabel 6.7 Modal Mass Participation Ratios bangunan B

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
OutputCase	StepType	StepNum	Period	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.636543	0.6704	0.0032
MODAL	Mode	2	1.39095	0.6812	0.7958
MODAL	Mode	3	1.251065	0.7697	0.8206
MODAL	Mode	4	0.517902	0.836	0.8206
MODAL	Mode	5	0.494799	0.8366	0.8318
MODAL	Mode	6	0.447238	0.846	0.8328
MODAL	Mode	7	0.435947	0.8495	0.902
MODAL	Mode	8	0.416156	0.8519	0.9047
MODAL	Mode	9	0.400096	0.8618	0.9093
MODAL	Mode	10	0.233953	0.9508	0.9093
MODAL	Mode	11	0.215729	0.9508	0.972
MODAL	Mode	12	0.175265	0.9508	0.972

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X 95,08% pada moda ke 11 dan partisipasi massa arah Y 97,5% pada moda ke 12. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan memenuhi syarat partisipasi massa ragam paling sedikit 90%.

### c. Gedung C

Tabel 6.8 Modal Mass Participation Ratios bangunan C

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
OutputCase	StepType	StepNum	Period	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.62277	0.0084	0.7817
MODAL	Mode	2	1.51774	0.8076	0.794
MODAL	Mode	3	1.347457	0.8331	0.8086
MODAL	Mode	4	0.508965	0.8332	0.9012
MODAL	Mode	5	0.475802	0.914	0.9014
MODAL	Mode	6	0.454324	0.914	0.903
MODAL	Mode	7	0.415688	0.9143	0.9059
MODAL	Mode	8	0.407306	0.9152	0.9068
MODAL	Mode	9	0.399427	0.9199	0.9075
MODAL	Mode	10	0.237018	0.9759	0.9075
MODAL	Mode	11	0.246195	0.9759	0.9682
MODAL	Mode	12	0.170878	0.9759	0.9682

Dari tabel di atas didapat partisipasi massa arah X 97,5% pada moda ke 11 dan partisipasi massa arah Y 96,8% pada moda ke 12. Maka dapat disimpulkan analisis struktur yang sudah dilakukan memenuhi syarat partisipasi massa ragam paling sedikit 90%.

#### 6.7.2 Kontrol Waktu Getar Fundamental

Untuk mendapatkan struktur bangunan yang kaku, nilai waktu getar alami ( $T$ ) dari struktur harus dibatasi sesuai SNI 1726:2012. Berdasarkan SNI 1726:2012 persamaan 26 didapatkan periode minimum sebagai berikut:

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

Dimana ;

$T_a$  = periode fundamental struktur (sekon)

$C_t$  dan  $x$  = koefisien berdasarkan SNI 1726:2012 tabel 15

$h_n$  = ketinggian struktur (meter)

Untuk periode maksimum nilai peroda tersebut dikali faktor  $C_u$ .

Tabel 6.9 Nilai parameter perioda pendekatan  $C_t$  dan  $x$ 

Tabel 15 Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$		
Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilindungi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

Tabel 6.10 Koefisien untuk Batas atas pada Perioda yang Dihitung

Tabel 14 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung	
Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

**a. Gedung A**

Perioda fundamental struktur pendekatan,

$$T_a = 0,0466 \cdot 36^{0,9} = 1,17235 \text{ detik}$$

dengan batas atas perioda fundamental struktur sebesar,

$$T_{a \text{ atas}} = C_u \cdot T_a$$

$C_u = 1,4$  (karena  $S_{D1}=0,324$ )

$$T_{a \text{ atas}} = 1,4 \cdot 1,17235 = 1,64129 \text{ detik}$$

$T = 1,616194 \text{ detik}$

Sehingga perioda fundamental sebesar 1,61694 detik masih masuk dalam kisaran :

$$1,17235 \text{ detik} < 1,61619 \text{ detik} < 1,64129 \text{ detik}$$

**b. Gedung B**

Perioda fundamental struktur pendekatan,

$$T_a = 0,0466 \cdot 39^{0,9} = 1,25992 \text{ detik}$$

dengan batas atas perioda fundamental struktur sebesar,

$$T_{a \text{ atas}} = C_u \cdot T_a$$

$C_u = 1.4$  (karena  $S_{D1}=0.324$ )

$$T_{a \text{ atas}} = 1,4 \cdot 1,25992 = 1,76389 \text{ detik}$$

$T = 1,63654 \text{ detik}$

Sehingga perioda fundamental struktur sebesar 1,63654 detik masih masuk dalam kisaran :

$$1,25992 \text{ detik} < 1,63654 \text{ detik} < 1,76389 \text{ detik}$$

### c. Gedung C

Perioda fundamental struktur pendekatan,

$$T_a = 0,0466 \cdot 39^{0,9} = 1,25992 \text{ detik}$$

dengan batas atas perioda fundamental struktur sebesar,

$$T_{a \text{ atas}} = C_u \cdot T_a$$

$C_u = 1.4$  (karena  $S_{D1}=0.324$ )

$$T_{a \text{ atas}} = 1,4 \cdot 1,25992 = 1,76389 \text{ detik}$$

$T = 1,62277 \text{ detik}$

Sehingga perioda fundamental struktur sebesar 1,62277 detik masih masuk dalam kisaran :

$$1,25992 \text{ detik} < 1,62277 \text{ detik} < 1,76389 \text{ detik}$$

## 6.7.3 Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum (*Base Shear*)

Nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respon statik. Nilai gaya geser statik dihitung berdasarkan SNI 1726:2012 persamaan 21 sebagai berikut:

$$V = C_s \times W$$

Dimana,

$V$  = gaya geser seismik

$C_s$  = koefisien respon seismik

$W$  = berat bangunan



**a. Gedung A**

Dari analisa modal, didapatkan perioda fundamental alami struktur sebesar 1,616194 detik, sehingga penentuan koefisien  $C_s$  adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,761}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,09513$$

tetapi tidak perlu melebihi

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,324}{1,61694 \cdot \left(\frac{8}{1}\right)} = 0,02475$$

harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 \cdot 0,761 \cdot 1 \geq 0,01$$

$$C_s = 0,03379 \geq 0,01$$

Jadi menggunakan besaran  $C_s = 0.03379$

Dari hasil analisis, diperoleh berat total struktur Gedung A sebagai berikut :

$$T = 1,616194 \text{ detik (waktu getar)}$$

$$C_s = 0.03379 \text{ (koefisien respons seismik)}$$

$$W_t = 109969.659 \text{ kN (base reaction dead, dead++, live)}$$

$$V_{statik} = C_s \times W$$

$$= 0,03379 \times 109969.659 \text{ kN}$$

$$= 3175,6988 \text{ kN}$$

Dari hasil analisis menggunakan program bantu SAP 2000 didapatkan nilai gaya geser dasar (*base shear*) sebagai berikut :

OutputCase	Case Type	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	KN	KN	KN
GEMPA X	LinRespSpec	Max	4947.003	14.545	9.601
GEMPA Y	LinRespSpec	Max	15.101	4297.264	13.939

Kontrol :

- Gempa Arah X  
 $V_{\text{dinamik}} \geq 0,85 V_{\text{Statik}}$   
 $4947,003 \geq 0,85 \cdot 3175,6988$   
 $4947,003 \geq 3158,344$  (OK)
- Gempa Arah Y  
 $V_{\text{dinamik}} \geq 0,85 V_{\text{Statik}}$   
 $4297,264 \geq 0,85 \cdot 3175,6988$   
 $4297,264 \geq 3158,344$  (OK)

#### b. Gedung B

Dari analisa modal, didapatkan perioda fundamental alami struktur sebesar 1.636543 detik, sehingga penentuan koefisien  $C_s$  adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,761}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,09513$$

tetapi tidak perlu melebihi

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,324}{1,636543 \cdot \left(\frac{8}{1}\right)} = 0,02475$$

harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 \cdot 0,761 \cdot 1 \geq 0,01$$

$$C_s = 0,03379 \geq 0,01$$

Jadi menggunakan besaran  $C_s = 0.03379$

Dari hasil analisis, diperoleh berat total struktur Gedung B sebagai berikut :

$T = 1.636543$  detik (waktu getar)

$C_s = 0.03379$  (koefisien respons seismik)

$W_t = 95856.112$  kN (*base reaction dead, dead++ , live*)

$$V_{statik} = C_s \times W$$

$$= 0,03379 \times 95856.112 \text{ kN}$$

$$= 3238.8247 \text{ kN}$$

Dari hasil analisis menggunakan program bantu SAP 2000 didapatkan nilai gaya geser dasar (*base shear*) sebagai berikut :

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	KN	KN	KN
GEMPA X	LinRespSpec	Max	3471.375	423.914	27.038
GEMPA Y	LinRespSpec	Max	423.915	4271.477	13.072

Kontrol :

- Gempa Arah X  
 $V_{dinamik} \geq 0,85 V_{Statik}$   
 $3471,375 \geq 0,85 \cdot 3238.8247$   
 $3471,375 \geq 2753,001$  (OK)
- Gempa Arah Y  
 $V_{dinamik} \geq 0,85 V_{Statik}$   
 $4271,477 \geq 0,85 \cdot 3238.8247$   
 $4271,477 \geq 2753,001$  (OK)

### c. Gedung B

Dari analisa modal, didapatkan perioda fundamental alami struktur sebesar 1.636543 detik, sehingga penentuan koefisien  $C_s$  adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,761}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,09513$$

tetapi tidak perlu melebihi

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,324}{1,62277 \cdot \left(\frac{8}{1}\right)} = 0,02496$$

harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 \cdot 0,761 \cdot 1 \geq 0,01$$

$$C_s = 0,03379 \geq 0,01$$

Jadi menggunakan besaran  $C_s = 0.03379$

Dari hasil analisis, diperoleh berat total struktur Gedung B sebagai berikut :

$T = 1.62277$  detik (waktu getar)

$C_s = 0.03379$  (koefisien respons seismik)

$W_t = 61754.37$  kN (*base reaction dead, dead++, live*)

$$V_{statik} = C_s \times W$$

$$= 0,03379 \times 61754.37 \text{ kN}$$

$$= 2086,58 \text{ kN}$$

Dari hasil analisis menggunakan program bantu SAP 2000 didapatkan nilai gaya geser dasar (*base shear*) sebagai berikut :

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	KN	KN	KN
GEMPA X	LinRespSpec	Max	2536.133	200.805	5.434
GEMPA Y	LinRespSpec	Max	200.811	2374.439	16.537

Kontrol :

- Gempa Arah X  
 $V_{\text{dinamik}} \geq 0,85 V_{\text{Statik}}$   
 $2536,133 \geq 0,85 \cdot 2086,58$   
 $2536,133 \geq 1773,59$  (OK)
- Gempa Arah Y  
 $V_{\text{dinamik}} \geq 0,85 V_{\text{Statik}}$   
 $2374,439 \geq 0,85 \cdot 2086,58$   
 $2374,439 \geq 1773,59$  (OK)

#### 6.7.4 Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai (*Drift*)

Simpangan antar tingkat adalah selisih pergoyangan pada suatu tingkat dengan tingkat dibawahnya. Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan yang terjadi dari hasil dinamis harus lebih kecil dari simpangan hasil analisis. Berikut perhitungan simpangan secara analisis :

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 1 :

$$\Delta_1 = \frac{C_d \times \delta_{e1}}{I}$$

Perhitungan  $\Delta_i$  untuk tingkat 2 :

$$\Delta_2 = \delta_{e2} - \delta_{e1} \times \frac{C_d}{I}$$

Dimana:

$\delta_{e1}$  Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 1

□ □ □ □ □ Simpangan yang dihitung akibat beban gempa tingkat 2

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi

$I$  = Faktor keutamaan gedung

Untuk sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), dari tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai  $C_d = 5,5$  dan dari tabel 2 SNI 03-1726-2012 didapat nilai  $I = 1,0$ . Dari tabel 16 SNI 03-1726-2012 untuk sistem struktur yang lain simpangan antar tingkat ijinnya adalah:

$$\Delta_{ijin} = 0,020 h_{sx}$$

Dimana:

$h_{sx}$  = Tinggi tingkat dibawah tingkat x

- Untuk tinggi tingkat 3,50 m, simpangan ijinnya adalah:

$$\Delta_{ijin} = 0,020 \times 3,5$$

$$= 0,07 \text{ m}$$

$$= 70 \text{ mm}$$

- Untuk tinggi tingkat 4,00 m, simpangan ijinnya adalah:

$$\Delta_{ijin} = 0,020 \times 4,0$$

$$= 0,08 \text{ m}$$

$$= 80 \text{ mm}$$

#### a. Gedung A

Dari analisis akibat beban lateral (beban gempa) dengan program SAP 2000, diperoleh nilai simpangan yang terjadi pada struktur yaitu sebagai berikut:

Tabel 6.11 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung A pada sumbu X

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Antar Tingkat (m)	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{xe}$ (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\Delta$ ijin (mm)	Ket
8	36.00	4.00	21.42	5.49	30.20	80	OK
7	32.00	3.50	15.93	0.66	3.63	70	OK
6	28.50	3.50	15.27	1.18	6.49	70	OK
5	25.00	3.50	14.09	1.67	9.19	70	OK
4	21.50	3.50	12.42	2.11	11.61	70	OK
3	18.00	3.50	10.31	2.50	13.75	70	OK
2	14.50	3.50	7.81	2.73	15.02	70	OK
1	11.00	3.50	5.08	2.43	13.37	70	OK
0	7.50	3.50	2.65	1.31	7.21	70	OK
-1	4.00	4.00	1.34	1.34	7.37	80	OK

Tabel 6.12 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung A pada sumbu Y

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Antar Tingkat (m)	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{ye}$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	$\Delta$ ijin (mm)	Ket
8	36.00	4.00	32.19	7.23	39.77	80	OK
7	32.00	3.50	24.96	1.39	7.65	70	OK
6	28.50	3.50	23.57	1.98	10.89	70	OK
5	25.00	3.50	21.59	2.51	13.81	70	OK
4	21.50	3.50	19.08	2.98	16.39	70	OK
3	18.00	3.50	16.10	3.38	18.59	70	OK
2	14.50	3.50	12.72	3.68	20.24	70	OK
1	11.00	3.50	9.04	3.85	21.18	70	OK
0	7.50	3.50	5.19	3.47	19.09	70	OK
-1	4.00	4.00	1.72	1.72	9.46	80	OK

Dari hasil kontrol tabel di atas maka analisis struktur gedung ini memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1.

## b. Gedung B

Dari analisis akibat beban lateral (beban gempa) dengan program SAP 2000, diperoleh nilai simpangan yang terjadi pada struktur yaitu sebagai berikut:

Tabel 6.13 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung B pada sumbu X

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Antar Tingkat (m)	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{xe}$ (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\Delta$ ijin (mm)	Ket
8	39.00	4.00	33.65	0.44	2.42	80	OK
7	35.00	3.50	33.21	1.32	7.26	70	OK
6	31.50	3.50	31.89	2.07	11.39	70	OK
5	28.00	3.50	29.82	2.79	15.35	70	OK
4	24.50	3.50	27.03	3.43	18.87	70	OK
3	21.00	3.50	23.60	3.99	21.95	70	OK
2	17.50	3.50	19.61	4.44	24.42	70	OK
1	14.00	3.50	15.17	4.26	23.43	70	OK
0	10.50	3.50	10.91	4.51	24.81	70	OK
-1	7.00	3.50	6.40	4.09	22.50	70	OK
-2	3.50	3.50	2.31	2.31	12.71	70	OK

Tabel 6.14 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung B pada sumbu Y

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Antar Tingkat (m)	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{ye}$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	$\Delta$ ijin (mm)	Ket
8	39.00	4.00	24.52	3.02	16.61	80	OK
7	35.00	3.50	21.50	0.85	4.68	70	OK
6	31.50	3.50	20.65	1.36	7.48	70	OK
5	28.00	3.50	19.29	1.89	10.40	70	OK
4	24.50	3.50	17.40	2.33	12.82	70	OK
3	21.00	3.50	15.07	2.74	15.07	70	OK
2	17.50	3.50	12.33	3.04	16.72	70	OK
1	14.00	3.50	9.29	3.26	17.93	70	OK
0	10.50	3.50	6.03	3.00	16.50	70	OK
-1	7.00	3.50	3.03	2.04	11.22	70	OK
-2	3.50	3.50	0.99	0.99	5.45	70	OK

Dari hasil kontrol tabel di atas maka analisis struktur gedung ini memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1.

### c. Gedung B

Dari analisis akibat beban lateral (beban gempa) dengan program SAP 2000, diperoleh nilai simpangan yang terjadi pada struktur yaitu sebagai berikut:



Tabel 6.15 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung C pada sumbu X

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Antar Tingkat (m)	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{xe}$ (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\Delta$ ijin (mm)	Ket
8	39.00	4.00	24.87	3.82	21.01	80	OK
7	35.00	3.50	21.05	0.87	4.79	70	OK
6	31.50	3.50	20.18	1.22	6.71	70	OK
5	28.00	3.50	18.96	1.60	8.80	70	OK
4	24.50	3.50	17.36	1.94	10.67	70	OK
3	21.00	3.50	15.42	2.23	12.27	70	OK
2	17.50	3.50	13.19	2.50	13.75	70	OK
1	14.00	3.50	10.69	2.80	15.40	70	OK
0	10.50	3.50	7.89	2.94	16.17	70	OK
-1	7.00	3.50	4.95	2.87	15.79	70	OK
-2	3.50	3.50	2.08	2.08	11.44	70	OK

Tabel 6.16 Evaluasi Simpangan Antar Lantai gedung C pada sumbu Y

Lantai	Elevasi (m)	Tinggi Antar Tingkat (m)	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{ye}$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	$\Delta$ ijin (mm)	Ket
8	39.00	4.00	24.76	3.69	20.30	80	OK
7	35.00	3.50	21.07	0.99	5.45	70	OK
6	31.50	3.50	20.08	1.37	7.53	70	OK
5	28.00	3.50	18.71	1.72	9.46	70	OK
4	24.50	3.50	16.99	2.04	11.22	70	OK
3	21.00	3.50	14.95	2.31	12.71	70	OK
2	17.50	3.50	12.64	2.55	14.03	70	OK
1	14.00	3.50	10.09	2.77	15.24	70	OK
0	10.50	3.50	7.32	2.87	15.79	70	OK
-1	7.00	3.50	4.45	2.76	15.18	70	OK
-2	3.50	3.50	1.69	1.69	9.30	70	OK

Dari hasil kontrol tabel di atas maka analisis struktur gedung ini memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 dan Pasal 7.12.1.

#### 6.7.5 Kontrol Pemisahan Struktur

Semua bagian struktur harus didesain dan dibangun untuk bekerja satu kesatuan yang terintegrasi dalam menahan gaya-gaya gempa kecuali jika dipisahkan secara struktural dengan jarak yang cukup memadai untuk menghindari benturan yang merusak. Pemisahan harus

dapat mengakomodasi terjadinya perpindahan respons inelastik maksimum ( $\delta_M$ ). Perpindahan elastik maksimum dihitung berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.12.3 sebagai berikut :

$$\delta_M = \frac{C_d \times \delta_{MAX}}{I_e}$$

Dimana :

$\delta_{max}$  : perpindahan elastik maksimum pada lokasi kritis Struktur-struktur bangunan yang bersebelahan harus dipisahkan minimal sebesar  $\delta_{MT}$  :

$$\delta_{MT} = \sqrt{\delta_{M1}^2 + \delta_{M2}^2}$$

$\delta_{M1}$  dan  $\delta_{M2}$  adalah perpindahan respons inelastik maksimum pada struktur-struktur bangunan yang bersebelahan di tepi-tepi yang berdekatan.

Berikut perhitungan pemisahan struktur antara gedung A dan B pada Hotel Harvest Kota Batu :

$$\delta_{M1} = \frac{C_d \times \delta_{MAX1}}{I_e}$$

$$\delta_{M1} = \frac{5.5 \times 21.42}{1}$$

$$\delta_{M1} = 117.81 \text{ mm}$$

$$\delta_{M2} = \frac{C_d \times \delta_{MAX2}}{I_e}$$

$$\delta_{M2} = \frac{5.5 \times 33.65}{1}$$

$$\delta_M = 185.075 \text{ mm}$$

$$\delta_{MT} = \sqrt{\delta_{M1}^2 + \delta_{M2}^2}$$

$$\delta_{MT} = \sqrt{117.81^2 + 185.075^2}$$

$$\delta_{MT} = 219.38 \text{ mm}$$

Pada perencanaan dilakukan pemisahan antara gedung A dan gedung B sejarak 250 mm. Jadi pemisahan jarak tersebut memenuhi SNI 1726:2012 pasal 7.12.3.

Tabel 6.17 Dilatasi Bangunan

Pemisahan	$\delta_{\max 1}$	$\delta_{\max 2}$	$\delta_{MT}$	Dilatasi	ket
Gedung	mm	mm	mm	mm	
A - B	117.81	185.08	219.39	250	OK
B - C	185.08	136.79	230.1367	250	OK

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

## **BAB VII**

### **PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA**

#### **7.1 Umum**

Struktur utama merupakan suatu komponen utama dimana kekakuannya mempengaruhi perilaku gedung tersebut. Struktur utama memiliki fungsi untuk menahan pembebanan yang berasal dari beban gravitasi dan beban lateral berupa beban gempa maupun beban angin. Komponen utama terdiri dari balok induk, kolom dan shearwall. Pada bab ini akan dibahas mengenai kekuatan struktur utama mencakup kebutuhan tulangan yang diperlukan pada komponen tersebut.

#### **7.2 Perencanaan Balok Induk**

##### **7.2.1 Data Perencanaan**

Data perencanaan yang diperlukan meliputi :

- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 30 MPa
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 MPa
- Dimensi balok = 40/65 cm & 30/50 cm
- Diameter tulangan longitudinal = 19 mm
- Diameter tulangan sengkang = 13 mm
- Tebal *decking* = 50 mm

##### **7.2.1.1 Penulangan Lentur Balok Induk Melintang Interior 40/65 Sebelum Komposit**

Balok pracetak pada saat sebelum komposit dihitung sebagai balok sederhana pada tumpuan dua sendi. Pembebanan pada balok induk sebelum komposit konsepnya sama dengan pembebanan balok induk sesudah komposit yang telah dihitung sebelumnya. Perhitungan untuk pembebanan merata pada balok induk menggunakan konsep tributary area. Berikut ini merupakan beban merata ( $q$ ) yang terjadi pada balok :

##### **Beban mati**

Berat sendiri pelat pracetak = 360 kg/m<sup>2</sup>

##### **Beban hidup**

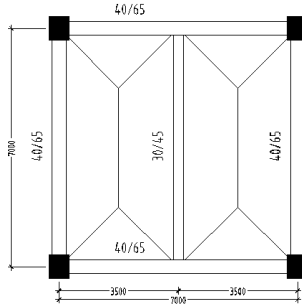
Beban pekerja = 100 kg/m<sup>2</sup>

Dimensi balok induk sebelum komposit = 40/50

Bentang balok induk = 6.3 meter

**a) Pelat dalam kondisi sebelum terdapat overtopping**

Pada kondisi sebelum komposit, balok hanya menerima beban mati dan beban hidup dari pelat pracetak, balok anak, dan berat dari balok induk itu sendiri.



Gambar 7.1 Detail Pembalokan

**Beban pada balok anak**

$$L_x = 350 - \left( \frac{40}{2} + \frac{30}{2} \right) = 315 \text{ cm}$$

$$l_y = 700 - \left( \frac{40}{2} + \frac{40}{2} \right) = 660 \text{ cm}$$

▪ **Beban mati**

$$\text{Berat balok anak} = 0,30 \times 0,30 \times 2400 = 216 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat ekivalen} &= 2 \times \frac{1}{2} \times q \times l_x \times \left( 1 - \frac{1}{3} \times \left( \frac{l_x}{l_y} \right)^2 \right) \\ &= 2 \times \frac{1}{2} \times (360) \times 3,15 \times \left( 1 - \frac{1}{3} \times \left( \frac{3,15}{6,6} \right)^2 \right) \\ &= 1047,90 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Total beban mati balok anak (Qd)

$$= 216 + 1047,90 = 1263,90 \text{ kg/m}$$

▪ **Beban hidup**

$$\begin{aligned}
 \text{Berat ekivalen pelat} &= 2 \times \frac{1}{2} \times q \times l_x \times \left( 1 - \frac{1}{3} \times \left( \frac{l_x}{l_y} \right)^2 \right) \\
 &= 2 \times \frac{1}{2} \times 100 \times 3,15 \times \left( 1 - \frac{1}{3} \times \left( \frac{3,15}{6,6} \right)^2 \right) \\
 &= 291,08 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 1,2 D + 1,6 L \\
 &= 1,2 (1263,90) + 1,6 (291,08) = 1982,41 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Kemudian berat total dari balok anak ini dijadikan sebagai beban terpusat ( $P_D$ ) pada saat pembebanan balok induk.

$$P_u = 1982,41 \text{ kg/m} \times 3,5 \text{ m} = 6938,42 \text{ kg}$$

### **Beban pada balok induk**

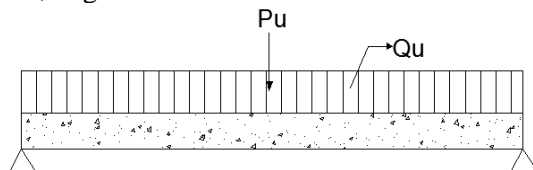
Beban yang terjadi pada balok induk adalah berat sendiri balok induk dan berat eqivalen pelat.

$$\text{Berat balok induk} = 0,4 \times 0,50 \times 2400 = 480 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat ekivalen pelat} &= 2 \times \frac{1}{4} \times q \times l_x \\
 &= 2 \times \frac{1}{4} \times 360 \times 3,15 \\
 &= 567 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total beban mati balok induk (Qd)} = 480 + 567 = 1047 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 1,2D \\
 &= 1,2 \times 1047 \\
 &= 1256,4 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Gambar 7.2 Pembebanan Balok Induk Sebelum Komposit

$$\begin{aligned}
 M_u &= \left( \frac{1}{8} \times Q_u \times L^2 \right) + \left( \frac{1}{4} \times P_u \times L \right) \\
 &= \left( \frac{1}{8} \times 1256,4 \times 6,6^2 \right) + \left( \frac{1}{4} \times 6938,42 \times 6,6 \right) \\
 &= 17161.33 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

## b) Perhitungan Tulangan Lentur

### ↳ Data Perencanaan

Dimensi Balok Induk = 40/65

Bentang Balok Induk = 6,6 m

Diameter Tulangan utama = 19 mm

Diameter Sengkang = 13 mm

Tebal *decking* = 50 mm

$\rho_{\min}$  = 0,0035

$dx = 650 - 150 - 50 - 13 - (\frac{1}{2} \times 19) = 427,5 \text{ mm}$

$M_u = 171613286.68 \text{ Nmm}$

Karena perletakan sebelum komposit dianggap sendi maka momennya adalah nol, namun tetap diberi penulangan tumpuan sebesar setengah dari penulangan lapangan.

### ↳ Penulangan Lentur

Dipakai  $\phi = 0,9$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{171613286.68}{0,9} = 190681429.6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times dx^2} = \frac{190681429.6}{400 \times 426^2} = 2,61$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f'_c}} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 30}{400} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,61}{0,85 \times 30}} \right) = 0,0069
 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0069 > \rho_{\min} = 0,0035$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :



Tulangan lentur tarik

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0069 \times 400 \times 427,5 = 1178,83 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{tulangan}} = \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_{sD19}}$$

$$= \frac{1178,83}{283,5} = 4,15 \approx 5 \text{ buah}$$

Digunakan tulangan lentur tarik 5D19 ( $A_s = 1417,64 \text{ mm}^2$ )  
Jarak antar tulangan 1 lapis

$$S_{\text{maks}} = \frac{b - (2 \times C) - (\phi v) - (n - \phi l)}{(n - 1)} = \frac{400 - (2 \times 50) - (13) - (5 \times 19)}{(5 - 1)}$$

$$= 48 > 25 \text{ mm}$$

### 7.2.1.2 Penulangan Lentur Balok Induk Melintang Interior 40/65 Setelah Komposit

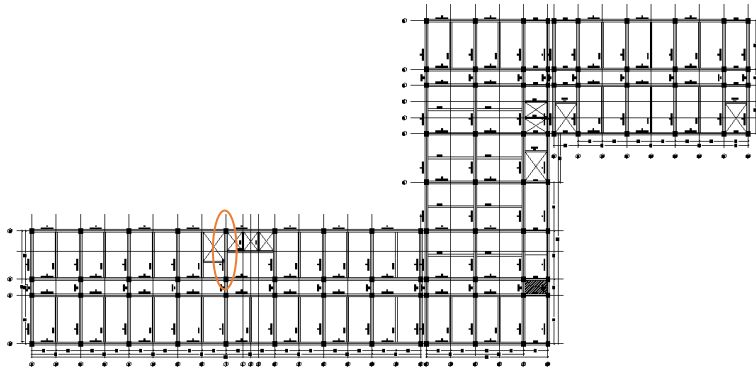
Perencanaan balok induk didesain dengan menggunakan tulangan rangkap dimana untuk merencanakan tulangan lentur diperhitungkan gaya gempa arah bolak balik ( kiri-kanan ) yang akan menghasilkan momen positif dan negatif pada tumpuan. Hasil perencanaan tulangan yang nantinya akan digunakan merupakan kombinasi dari perencanaan bertahap tersebut dengan mengambil jumlah tulangan yang terbesar.

Data - data yang akan digunakan dalam merencanakan balok induk pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Mutu beton ( $f'_c$ )	= 30 MPa
Mutu baja ( $f_y$ ) tulangan	= 400 MPa
Dimensi balok induk	= 40/65 cm
Panjang balok induk	= 6,6 m
Tebal <i>decking</i>	= 50 mm
Diameter tulangan utama	= 19 mm
Diameter sengkang	= 13 mm
$d = 600 - 50 - 13 - (0,5 \times 19)$	$= 577,5 \text{ mm}$
$d' = 50 + 13 + (0,5 \times 19)$	$= 72,5 \text{ mm}$

Dari perhitungan pada bab sebelumnya didapatkan :

$$\rho_{\min} = 0,0035$$



Gambar 7.3 Denah Pembalokan

Dari hasil analisa SAP2000 didapat nilai momen pada As B-2 sebagai berikut :

$$M \text{ tumpuan} = - 315364200 \text{ Nmm}$$

$$M \text{ lapangan} = + 177819300 \text{ Nmm}$$

- **Penulangan Tumpuan**

$$Mu = 315364200 \text{ Nmm}$$

$$\text{Dipakai } \phi = 0,9$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{315364200}{0,9} = 350404666,7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times dx^2} = \frac{350404666,7}{400 \times 577,5^2} = 2,63$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn}{0,85 \times f'_c}} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 30}{400} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,63}{0,85 \times 30}} \right) = 0,0069 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0069 > \rho_{\min} = 0,0035$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

Tulangan lentur tarik

$$\begin{aligned}
 A_{s\text{perlu}} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0069 \times 400 \times 577,5 = 1604,29 \text{ mm}^2 \\
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_{sD19}} \\
 &= \frac{1604,29}{283,5} = 5,66 \approx 6 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan lentur tarik 6D19 ( $A_s = 1701,17 \text{ mm}^2$ )  
 Jarak antar tulangan 1 lapis

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times c) - (\phi v) - (n - \phi l)}{(n - 1)} = \frac{400 - (2 \times 50) - (13) - (6 \times 19)}{(6 - 1)} \\
 &= 34,60 > 25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tulangan lentur tekan

$$\begin{aligned}
 A_s' &= 0,5 \times A_s = 0,5 \times 1604,29 = 802,14 \text{ mm}^2 \\
 \text{Maka digunakan tulangan lentur tekan} \\
 3D19 \text{ (} A_s &= 850,59 > A_s' \text{) ..... OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \text{ pasang} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{1701,17 \times 400}{(0,85 \times 30 \times 400)} = 69,15 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{69,15}{0,80} = 85,83$$

- Regangan Tarik netto

$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_o \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (577,5 - 98,30)}{98,30} = 0,017 > 0,005 \text{ OK}$$

Kekuatan lentur nominal rencana

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \times A_s \text{ pasang} \times f_y \times d - \frac{a}{2} \\ &= 0,9 \times 1701,17 \times 400 \times (577,5 - \frac{69,15}{2}) \\ &= 332498227.4 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

Kekuatan lentur probability

$$\begin{aligned}M_{pr} &= 1,25 \times A_s \text{ pasang} \times f_y \times \left(d - \frac{1,25a}{c}\right) \\ &= 1,25 \times 1701,17 \times 400 \times \left(577,5 - \frac{1,25 \times 69,15}{85,83}\right)\end{aligned}$$

$$M_{pr} = 454450482.9 \text{ Nmm}$$

Kontrol kekuatan lentur nominal

$$\phi M_n > M_u$$

$$332498227.4 \text{ Nmm} > 315364200 \text{ Nmm} \quad \dots \text{OK}$$

Pada tumpuan dipasang tulangan atas (daerah Tarik) dengan  $A_s = 1701,17 \text{ mm}^2$  atau 6D19

#### • Penulangan Lapangan

$$M_u = 177819300 \text{ Nmm}$$

$$\text{Dipakai } \phi = 0,9$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{177819300}{0,9} = 197577000 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d \times x^2} = \frac{197577000}{400 \times 577,5^2} = 1,48$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f'_c}}\right) \\ &= \frac{0,85 \times 30}{400} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,48}{0,85 \times 30}}\right) = 0,0038\end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0038 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

Tulangan lentur tarik

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0038 \times 400 \times 577,5 = 881,71 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{tulangan}} = \frac{A_{s\text{perlu}}}{A_{sD19}}$$

$$= \frac{881,71}{283,5} = 3,11 \approx 4 \text{ buah}$$

Digunakan tulangan lentur tarik 4D19 ( $A_s = 1134,11 \text{ mm}^2$ )  
Jarak antar tulangan 1 lapis

$$S_{\text{maks}} = \frac{b - (2 \times C) - (\phi v) - (n - \phi l)}{(n - 1)} = \frac{400 - (2 \times 50) - (13) - (4 \times 19)}{(4 - 1)}$$

$$= 70,33 > 25 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

#### Tulangan lentur tekan

$$A_s' = 0,5 \times A_s = 0,5 \times 881,71 = 440,85 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan lentur tekan

2D19 ( $A_s = 567,06 > A_s'$ ) ..... OK

#### Kontrol penggunaan faktor reduksi

-Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \text{ pasang} \times f_y}{(0,85 \times f'_c \times b)} = \frac{1134,11 \times 400}{(0,85 \times 30 \times 400)} = 46,1 \text{ mm}$$

- Rasio dimensi panjang terhadap pendek

$$\beta = 0,81 - 0,005 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0,81 - 0,005 \frac{(30 - 28)}{7} = 0,80$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta} = \frac{46,1}{0,80} = 57,22$$

- Regangan Tarik netto

$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_o \times (dx - c)}{c} = \frac{0,003 \times (577,5 - 57,22)}{58,98} = 0,027 > 0,005 \quad \text{OK}$$

Kekuatan lentur nominal rencana

$$\phi M_n = \phi \times A_s \text{ pasang} \times f_y \times d - \frac{a}{2}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,9 \times 1134,11 \times 400 \times \left(577,5 - \frac{46,61}{2}\right) \\
 &= 226371155.9 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Kekuatan lentur probability

$$\begin{aligned}
 M_{pr} &= 1,25 \times A_s \text{ pasang} \times f_y \times \left(d - \frac{1,25a}{c}\right) \\
 &= 1,25 \times 1134,11 \times 400 \times \left(577,5 - \frac{1,25 \times 46,61}{57,22}\right)
 \end{aligned}$$

$$M_{pr} = 311136556.1 \text{ Nmm}$$

Kontrol kekuatan lentur nominal

$$\phi M_n > M_u$$

$$226371155.9 \text{ Nmm} > 177819300 \text{ Nmm} \quad \dots \text{OK}$$

Hasil dari penulangan setelah komposit adalah sebagai berikut,

- Akibat momen tumpuan kiri dan kanan

$$\text{Tulangan atas} = 6D19$$

$$\text{Tulangan bawah} = 3D19$$

- Akibat momen lapangan

$$\text{Tulangan atas} = 4D19$$

$$\text{Tulangan bawah} = 2D19$$

## **Penulangan Geser dan Torsi**

### **a. Penulangan Geser**

Syarat spasi maksimum tulangan geser balok menurut SNI 2847:2013 pasal 21.5.3.2 :

- $s < d/4 = 577,5/4 = 144 \text{ mm}$
- $s < 6\phi \text{ tulangan lentur} = 6 \times 19 = 114 \text{ mm}$
- $s < 150 \text{ mm}$

Senggang pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan.

Pada daerah lapangan, syarat maksimum tulangan geser balok adalah :

- $s < d/2 = 577,5/2 = 288 \text{ mm}$

Menurut SNI 2847:2013 pasal 21.5.4.1 bahwa gaya geser desain  $V_e$  harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian

komponen struktur antara muka-muka *joint*. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin  $M_{pr}$  bekerja pada muka-muka *joint* dan bahwa komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor sepanjang bentangnya.

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} + \frac{W_u \times l_n}{2}$$

Dari perhitungan sebelumnya telah didapat nilai :

$$M_{pr1} = 45445,05 \text{ kgm}$$

$$M_{pr2} = 22722,52 \text{ kgm}$$

$$L_n = 6,6 - 0,3 \text{ m}$$

Beban terbagi rata (W)

Dari perhitungan sebelumnya didapat :

$$\text{Beban mati} : 1996 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidup} : 558,88 \text{ kg/m}$$

Beban terbagi rata ultimate (Wu)

$$= 1,2D + 1L = (1,2 \times 1996) + 1 \times 558,88$$

$$= 2954 \text{ kg/m}$$

$$V_e = \frac{68167,57 + 68167,57}{6,3} + \frac{2954 \times 6,3}{2}$$

$$V_e = 20125,20 \text{ kg}$$

$$= 201252000 \text{ N}$$

$$V_s = 0,75 \times 201252,00 \text{ N} = 268336,00 \text{ N}$$

Diameter sengkang = 13 mm, direncanakan 2 kaki

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi \cdot 13^2 = 265,5 \text{ mm}^2 ; f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d_{aktual}}{V_s} = \frac{265,5 \times 400 \times 526}{268336} = 228,53 \text{ mm}$$

$$= 228,53 \text{ mm} / 4 = 106,88 \text{ mm}$$

∴ Dipasang **Ø13-100** mm sepanjang 2h = 2 x 650 = 1300 mm dari muka kolom, dimana tulangan geser pertama dipasang 5 cm dari muka kolom dan **Ø13-250** mm pada daerah luar sendi plastis.

### b. Penulangan Torsi

Sedangkan untuk perencanaan penampang yang diakibatkan oleh torsi harus didasarkan pada perumusan sebagai berikut :

$$\phi T_n \geq T_u \quad (\text{SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.5})$$

Tulangan sengkang untuk torsi harus direncanakan berdasarkan (SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.6) sesuai persamaan berikut :

$$T_n = \frac{2A_o A_t f_{yt}}{s} \cot \theta$$

Dimana :

$T_n$  = Kuat momen torsi ( $T_c + T_s > T_{umin}$ )

$T_s$  = Kuat momen torsi nominal tulangan geser

$T_c$  = Kuat torsi nominal yang disumbangkan oleh beton

$A_o$  = Luas bruto yang ditasi oleh lintasan aliran geser, mm

$A_t$  = Luas satu kaki sengkang tertutup yang menahan puntir dalam daerah sejarak  $s$ , mm<sup>2</sup>

$F_{yv}$  = kuat leleh tulangan sengkang torsi, Mpa

$s$  = Spasi tulangan geser atau puntir dalam arah parallel dengan tulangan longitudinal

Sesuai peraturan (SNI 2847:2013 Pasal 11.5.1 (a) pengaruh torsi boleh diabaikan bila momen torsi terfaktor  $T_u$  kurang dari :

$$\phi 0,083 \lambda \sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Dimana :

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

$f'_c$  = Kuat tekan beton, Mpa

$\lambda$  = 1,0 (beton normal)

$A_{cp}$  = Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton, mm<sup>2</sup>

$P_{cp}$  = Keliling luar penampang beton, mm<sup>2</sup>

Data perencanaan :

Dimensi Balok Induk = 400/650 mm

$T_u$  = 35011800 Nmm (output SAP)



Pada struktur statis tak tentu dimana reduksi momen torsi pada komponen struktur dapat terjadi akibat redistribusi gaya-gaya dalam dengan adanya keretakan. Sehingga berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 11.5.2.2 (a) maka momen puntir terfaktor maksimum  $T_u$  dapat direduksi sesuai persamaan berikut :

$$T_u < \phi 0,33 \lambda \sqrt{f'c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

$$35011800 < 0,75 \times 0,33 \times 1 \times \sqrt{30} \left( \frac{(400 \times 650)^2}{(400 + 650) \times 2} \right)$$

$$35011800 < 43637838,62 \text{ Nmm}$$

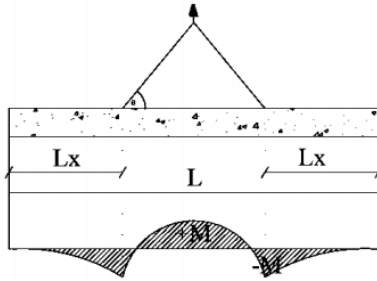
Dengan demikian Tulangan Torsi diabaikan, tapi untuk memenuhi ketentuan SNI, maka di pasang 2-D16

#### 7.2.2 Kontrol balok pracetak

##### 1) Kontrol tegangan balok pracetak pada waktu pengangkatan beton usia 3 hari.

- Beban ultimate balok pracetak waktu pengangkatan (W)  
 $= 435,6 \text{ kg/m}^2$
- Mutu beton umur 3 hari  
 $fc'_3 = 0.40 \times fc'$   
 $= 0.40 \times 30 \text{ Mpa}$   
 $= 12.00 \text{ Mpa}$
- Modulus hancur beton saat umur 3 hari  
 $fr = 0.62 \times (fc'_3)^{0.5}$   
 $= 2.148 \text{ Mpa}$

Balok anak dibuat secara pracetak di pabrik. Elemen balok harus dirancang untuk menghindari kerusakan pada waktu proses pengangkatan. Titik pengangkatan dan kekuatan tulangan angkat harus menjamin keamanan elemen balok tersebut dari kerusakan.



Gambar 7.4 Momen Saat Pengangkatan Balok Anak

Dimana :

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Y_c}{Lx \operatorname{tg} \theta} \right)$$

$$-M = \frac{WX^2L^2}{2}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4Y_c}{Lx \operatorname{tg} \theta}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{Y_t}{Y_b} \left( 1 + \frac{4Y_c}{Lx \operatorname{tg} \theta} \right)} \right)}$$

-Kondisi Sebelum Komposit

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$h = 65 \text{ cm}$$

$$Lx = 630 \text{ cm}$$

Perhitungan :

$$Y_t = Y_b = \frac{(65 - 15)}{2} = 25 \text{ cm}$$

$$I = \frac{1}{12} \times 30 \times 65^3 = 416666,66 \text{ cm}^4$$

$$Y_c = Y_t + 3'' \rightarrow 3'' = 7,62 \text{ cm}$$

$$Y_c = 25 + 7,62 = 32,62 \text{ cm}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4 \times 32,62}{630 \times \operatorname{tg} 45^0}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{25}{25} \left( 1 + \frac{4 \times 32,62}{630 \times \operatorname{tg} 45^0} \right)} \right)} = 0,24$$

$$X \times L = 0,24 \times 630 = 151,2 \text{ cm} = 1,55 \text{ m}$$

$$L - 2(X \times L) = 6,3 - 2(1,55) = 3,20 \text{ m}$$

#### -Pembebanan

$$\text{Balok } (0,40 \times 0,65 \times 6,3 \times 2400) = 3931,2 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} T \sin \varphi &= P = \frac{1,2 \times k \times W}{2} \\ &= \frac{1,2 \times 1,2 \times 3931,2}{2} \\ &= 2830,46 \text{ kg} \\ T &= \frac{2830,46}{\sin 45^0} = 4002,88 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### -Tulangan Angkat Balok Anak

$$P_u = 4002,88 \text{ kg}$$

Menurut PPBBI pasal 2.2.2. tegangan ijin tarik dasar baja bertulang mutu  $f_y = 400 \text{ Mpa}$  adalah  $f_y/1,5$

$$\sigma_{\text{tarik ijin}} = 4000/1,5 = 2666,67 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset_{\text{tulangan angkat}} &\geq \sqrt{\frac{P_u}{\sigma_{\text{ijin}} \times \pi}} \\ \emptyset_{\text{tulangan angkat}} &\geq \sqrt{\frac{4002,88}{2667,67 \times \pi}} \end{aligned}$$

$$\emptyset_{\text{tulangan angkat}} \geq 0,755 \text{ cm}$$

Digunakan Tulangan  $\emptyset 10 \text{ mm}$

#### -Momen yang Terjadi

##### • Pembebanan

Balok  $(0,40 \times 0,65 \times 2400) = 3931,2 \text{ kg/m}$

Dalam upaya untuk mengatasi beban kejut akibat pengangkatan, momen pengangkatan dikalikan dengan faktor akibat pengangkatan sebesar 1,5 sebagai berikut :

- Momen lapangan

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Y_c}{L \times \tan \theta} \right)$$

$$+M = \left( \frac{3931,2 \times 6,3^2}{8} \left( 1 - 4 \times 0,24 + \frac{4 \times 0,24}{6,3 \times \tan 45} \right) \right) \times 1,5$$

$$= 842,448 \text{ kgm}$$

Tegangan yang terjadi

$$f = \frac{M}{W_t} = \frac{842,448 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 400 \times 650^2}$$

$$= 0,00000047 \text{ MPa} < (f_r = 2,148 \text{ Mpa}) \text{..OK}$$

## 2) Kontrol tegangan balok pracetak saat pengecoran topping beton usia 7 hari

- Mutu beton umur 7 hari

$$\begin{aligned} f_{c'7} &= 0,65 \times f_{c'} \\ &= 0,65 \times 30 \text{ Mpa} \\ &= 19,50 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Modulus hancur beton saat umur 7 hari

$$f_r = 0,7 \times (f_{c'7})^{0,5} = 3,091 \text{ Mpa}$$

- Momen yang terjadi :

Pada saat sebelum komposit, atau saat pengecoran. Di pasang support atau shoring di tengah bentang balok anak, perhitungan momennya menggunakan setengah bentang.

$$M_{\text{tump}} = 6154,352 \text{ kgm}$$

$$M_{\text{lap}} = 0,004 \text{ kgm}$$

- Momen tahanan beton :

$$\begin{aligned} W &= 1/6 \times L \times t^2 \\ &= 1/6 \times 3,2 \times 0,6^2 \\ &= 18000,00000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tegangan tumpuan yang terjadi

$$\begin{aligned}
 \sigma &= M / W \\
 &= 6154,352 \text{ kgm} / 18000,00000 \text{ m}^3 \\
 &= 0,0000034 \text{ Mpa} < (F_r = 3.09 \text{ Mpa}).. \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Tabel 7.1 Rekapitulasi penulangan balok

TIPE BALOK	TULANGAN LENTUR				TULANGAN GESER		TULANGAN TORSI
	TUMPUAN		LAPANGAN		TUMPUAN	LAPANGAN	
	TEKAN	TARIK	TEKAN	TARIK			
B1- MEL	3-D19	6-D19	2-D19	4-D19	D13-100	D13-200	2-D16
B1-MEL PENDEK	5-D19	5-D19	2-D19	3-D19	D13-100	D13-200	2-D16
B1- MEM	3-D19	6-D19	2-D19	4-D19	D13-100	D13-200	2-D16
B2	3-D19	3-D19	2-D19	3-D19	D13-100	D13-200	2-D16
BA1	2-D19	3-D19	2-D19	3-D19	D13-90	D13-150	2-D16

## 7.3 Perencanaan Kolom

### 7.3.1 Perencanaan Kolom

Kolom merupakan struktur utama yang berfungsi mamikul beban-beban yang diterima struktur sekunder dan balok induk kemudian meneruskan beban yang diterima ke pondasi. Pada perencanaan berikut diambil kolom yang memikul beban terbesar.

### 7.3.2 Data Perencanaan

- Dimensi Kolom = 600 x 700 mm
- Tinggi Kolom = 3500 mm
- Tebal Decking = 50 mm
- Dia. Tulangan Utama = 25 mm
- Dia. Sengkang = 13 mm
- Mutu Beton (fc) = 30 Mpa
- Mutu Baja (fy) = 400 Mpa



Gambar 07.5 Kolom yang Direncanakan

- Gaya yang terjadi pada kolom (hasil Analisa SAP) :
  - Gaya Aksial
 

$1,2D + 1,6L$	= 4348,899 KN
$1,2D + 1L + 1Ex + 0,3Ey$	= 5523,231 KN
$1,2D + 1L + 1Ey + 0,3Ex$	= 4685,014 KN
  - Momen Arah Sumbu X (My)
 

$1,2D + 1,6L$	= 58,754 KN
$1,2D + 1L + 1Ex + 0,3Ey$	= 90,1261 KN
$1,2D + 1L + 1Ey + 0,3Ex$	= 161,7169 KN
  - Momen Arah Sumbu Y (Mx)
 

$1,2D + 1,6L$	= 51,7943KN
$1,2D + 1L + 1Ex + 0,3Ey$	= 188,1706 KN
$1,2D + 1L + 1Ey + 0,3Ex$	= 105,4512 KN

### 7.3.3 Kontrol Dimensi Kolom

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.6.1 persyaratan yang harus dipenuhi oleh kolom yang didesain adalah :

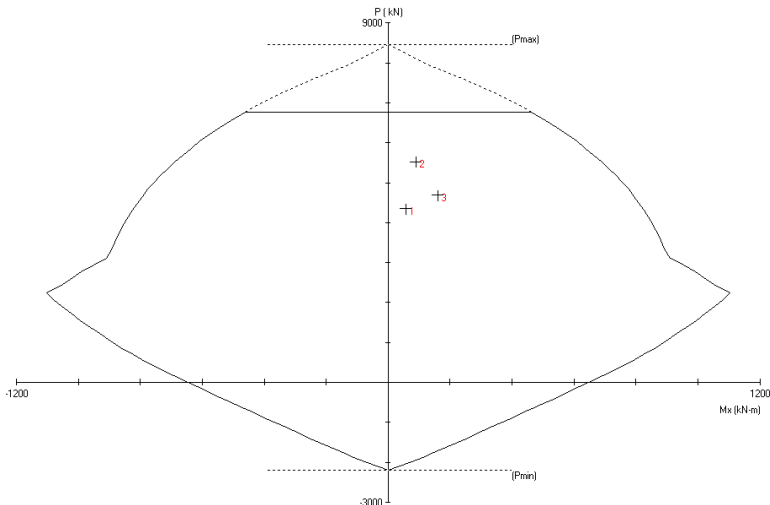
- Gaya aksial terfaktor maksimum yang bekerja pada kolom harus melebihi  $\phi A_g f_c' / 10$   
 $P_u > \phi A_g f_c' / 10$
- $P_u > (600 \times 700 \times 30) / 10$

$4685013,9 \text{ kg} > 1260000 \text{ kg}$ , gaya aksial terfaktor maksimum memenuhi persyaratan  $> A_g f_c' / 10$

- Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300 mm  
 $b = 600 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$
- Rasio dimensi penampang tidak kurang dari 0,4  
 $600/700 = 0,86 > 0,4$

#### 7.3.4 Penulangan Lentur

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.6.3.1, luas tulangan longitudinal penahan lentur tidak kurang dari  $0,01 A_g$  atau lebih dari  $0,06 A_g$ . Dari hasil desain berdasarkan gaya dalam yang diperoleh dari program bantu PCACOL konfigurasi tulangan longitudinal 12D25 dengan  $\rho = 1,457 \%$  seperti pada gambar berikut:



Gambar 7.6 Hasil PCA-COL

### 7.3.5 Cek Syarat *Strong Column Weak Beam*

SNI 2847:2013 pasal 21.6.2 mensyaratkan kekuatan lentur kolom memenuhi :

$$\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$$

$\Sigma M_{nc}$  = jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang bertemu di join

$\Sigma M_{nb}$  = jumlah kekuatan lentur nominal balok yang bertemu di join

$$1,2 \Sigma M_{nb} = 1,2 \times (332.498.227,426 \text{ Nmm} + 332.498.227,426 \text{ Nmm}) = 886.661.941,1 \text{ N.mm}$$

Dari diagram tersebut didapatkan momen pada kolom sebagai berikut :

$$\text{ØMn kolom lantai atas} = 731.800.000 \text{ Nmm}$$

$$\text{ØMn kolom lantai yang ditinjau} = 827.600.000 \text{ Nmm}$$

Join antara kolom lantai yang ditinjau dan lantai atas

$$\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$$

$$731.800.000 + 827.600.000 \geq 886.661.941,1$$

$$2.079.200.000 \text{ N.mm} \geq 886.661.941,1 \text{ N.mm (memenuhi)}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan kolom yang ditinjau memenuhi persyaratan *Strong Column Weak Beam*.

### 7.3.6 Penulangan Transversal Sebagai *Convinement*

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.4 total luas penampang *hoops* tidak kurang dari salah satu yang terbesar antara:

$$A_{sh} = 0,3 \left( \frac{s \times bc \times fc}{f_{yt}} \right) \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$$

atau

$$A_{sh} = \left( \frac{0,09 \times s \times bc \times fc}{f_{yt}} \right)$$

s = spasi jarak antar tulangan

$b_c$  = lebar penampang inti beton yang terkekang

$A_{ch}$  = luas penampang inti beton

Direncanakan menggunakan tulangan D13 ( $A_s = 132,7 \text{ mm}^2$ )

$$b_c = b_w - 2(\text{tebal decking} + \frac{d}{2})$$

$$= 600 - 2(50 + \frac{13}{2})$$



$$\begin{aligned}
 &= 487 \text{ mm} \\
 A_{ch} &= (b_w - 2 \text{ tebal decking}) \times (h - 2 \text{ tebal decking}) \\
 &= (600 - 2 \times 50) \times (700 - 2 \times 50) \\
 &= 300.000 \text{ mm}^2 \\
 A_g &= b \times h \\
 &= 600 \times 700 \\
 &= 420.000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 A_{sh} &= 0,3 \left( \frac{s \times bc \times f_c}{f_{yt}} \right) \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \\
 \frac{A_{sh}}{s} &= 0,3 \left( \frac{487 \times 30}{400} \right) \left( \frac{420.000}{300.000} - 1 \right) = 4,38 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \frac{A_{sh}}{s} &= \left( \frac{0,09 \times bc \times f_c}{f_{yt}} \right) = \left( \frac{0,09 \times 487 \times 35}{400} \right) = 3,287 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \text{Maka diambil nilai terbesar yaitu} &= 4,38 \text{ mm}^2/\text{mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.3 spasi maksimum adalah yang terkecil antara:

- $\frac{1}{4}$  dimensi penampang kolom =  $600/4 = 150 \text{ mm}$
- 6 kali diameter tulangan longitudinal =  $6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- $S_o \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$  dengan  $h_x = 2/3 bc = 324,667 \text{ mm}$   
 $S_o \leq 100 + \frac{350 - 324,667}{3}$   
 $S_o \leq 108,44 \text{ mm}$

Dipakai  $S = 100 \text{ mm}$

$$A_{sh} = 4,383/100 = 438,3 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan penulangan *confinement* menggunakan tulangan 4 kaki D13 dengan luas penampang  $438,3 \text{ mm}^2$  supaya kebutuhan  $A_{sh}$  minimum terpenuhi.

Menurut SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.1 tulangan *hoop* tersebut diperlukan sepanjang  $l_o$  di masing-masing ujung kolom,  $l_o$  dipilih terbesar antara:

1. Tinggi elemen kolom ( $h$ ) = 700 mm
  2.  $1/6$  tinggi bersih kolom =  $1/6 \times (3500-600) = 475$  mm
  3. 450 mm
- Maka  $l_o$  diambil = 700 mm

Menurut SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.5 sepanjang sisas tinggi bersih kolom (tinggi kolom total dikurangi  $l_o$  di masing-masing ujung kolom),diberi *hoop* dengan spasi minimum 150 mm atau  $6 \times db = 6 \times 25 = 150$  mm. Maka dipasang 150 mm.

### 7.3.7 Gaya Geser Desain

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.6.5.1 gaya geser desain ( $V_e$ ) harus ditentukan dari peninjauan terhadap gaya-gaya maksimum yang dapat dihasilkan di muka-muka pertemuan (join) di setiap ujung komponen struktur.

- $V_e$  tidak perlu lebih besar dari  $V_{sway}$  yang dihitung berdasarkan  $M_{pr}$  balok:

$$V_{sway} = \frac{M_{pr_{top}} \times D_f + M_{pr_{bot}} \times D_f}{l_n}$$

Dimana,

$M_{pr_{top}}$  dan  $M_{pr_{btm}}$  : penjumlahan  $M_{pr}$  untuk masing  
masing balok di lnatai atas dan lantai  
bawah di muka kolom

DF : faktor pengaku yaitu 0,5

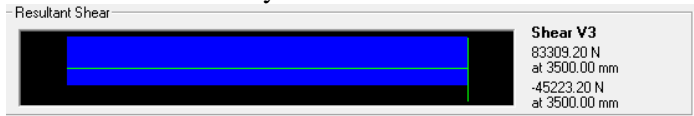
$l_n$  : bentang bersih kolom

$$V_{sway} = \frac{M_{pr_{top}} \times D_f + M_{pr_{bot}} \times D_f}{l_n}$$

$$V_{sway} = \frac{(454.450.483) \times 0,5 + (454.450.483) \times 0,5}{2850}$$

$$= 159.456 \text{ N}$$

- Tapi  $V_e$  tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis struktur yaitu:



$$V_u = 159.456 \text{ N} < V_e = 83.309 \text{ N (memenuhi)}$$

$$\text{Diambil } V_u = 159.456 \text{ kN}$$

$V_c$  dapat diambil 0 apabila gaya aksial terfaktornya melampaui  $0,05Agf_c'$  dan  $V_e$  akibat gempa melebihi  $\frac{1}{2}V_u$ .

- $P_u > 0,05 Ag f_c'$   
 $4.685.013,9 \text{ N} > 0,05 (600 \times 700) 30$

$$4.685.013,9 \text{ N} > 1.260.000 \text{ N}$$

- $V_e > \frac{1}{2} V_u$   
 $212,83 > \frac{1}{2} 212,83$

$212,83 > 106,42 \text{ N}$  maka  $V_c$  diperhitungkan.

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c}}{6} \left( 1 + \frac{N_u}{1,4 Ag} \right) b w d$$

Dengan  $N_u$  = gaya aksial terkecil pada kolom

$$N_u = 4.685.013,9 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{30}}{6} \left( 1 + \frac{4.685.013,9}{1,4 \times 56500} \right) 600 \times 624,5$$

$$= 626882,27 \text{ N}$$

$$= 626882,27 \text{ N} > V_u / \phi = 212608,41 \text{ N}$$

Karena  $V_c > V_u/\phi$  maka dibutuhkan tulangan sengkang minimum.

#### 7.3.8 Sambungan Lewatan

Sambungan lewatan hanya boleh dipasang di tengah tinggi kolom dan harus diikat dengan tulangan sengkang *confinement*. Sepanjang sambungan lewatan digunakan spasi tulangan transversal dipasang sesuai dengan spasi tulangan *confinement* yaitu 100 mm.

Dalam perencanaan sambungan lewatan diklasifikasikan dalam kelas B, dimana panjang lewatannya adalah  $1,3l_d$  (pasal 12.15.1) besarnya  $l_d$  berdasarkan persamaan sesuai pasal 12.2.3 dengan nilai  $ktr = 0$  untuk penyederhanaan desain.

Berdasarkan Tabel SNI pasal 12.2.2, untuk baja tulangan dengan diameter 25 mm,  $l_d = 1,56 m$ .

Berdasarkan SNI Pasal 12.7.2.4,  $1,3 l_d$  dapat dikurangi dengan cara dikalikan 0.83, jika *confinement* sepanjang lewatan mempunyai area efektif yang tidak kurang dari  $0.0015 h \times s$ .

$$A_v = 530,93 \text{ mm}^2 > 0,0015 h s$$

$$A_v = 530,93 \text{ mm}^2 > 0,0015 700 100$$

Maka dipasang sambungan lewatan sepanjang  $1,29 m = 1,3 m$

#### 7.3.9 Desain Hubungan Balok Kolom

##### 7.3.10 Dimensi Join

SNI 2843:2013 pasal 21.7.4.1

- Luas efektif hubungan balok-kolom, dinyatakan dalam  $A_j$ , adalah:

$$A_j = 600 \text{ mm} \times 700 \text{ mm} = 420.000 \text{ mm}^2$$

- Panjang join yang diukur paralel terhadap tulangan lentur balok yang menyebabkan geser di join sedikitnya 20 kali db longitudinal terbesar

$$\text{Panjang join} = 20 \times 19 \text{ mm} = 380 \text{ mm} < 750 \text{ mm (OK)}$$

##### 7.3.11 Penulangan Transversal untuk *Confinement*

- Harus ada tulangan sengkang/ *confinement* dalam join

- Untuk join interior, jumlah tulangan sengkang yang dibutuhkan setidaknya setengah tulangan sengkang yang dibutuhkan di ujung-ujung kolom atau 0,5 Ash/s apabila memenuhi syarat berikut:  
 Lebar balok  $> \frac{3}{4}$  lebar kolom  
 $400 \text{ mm} > \frac{3}{4} \times 700 \text{ mm}$   
 $400 \text{ mm} < 525 \text{ mm}$  (Tidak Memenuhi)  
 Maka jumlah tulangan tidak bisa direduksi  
 $Ash/s = 4,383 \text{ mm}^2/\text{mm}$
  - Spasi sengkang yang digunakan sama dengan spasi yang digunakan pada ujung kolom 90 mm. Jarak bersih antar tulangan tekan dan tarik balok adalah :  
 $650 - (2 \times 50) - (2 \times 13) - (2 \times 19) - 19 - 25 = 486 \text{ mm}$
  - $Ash = 100 \text{ mm} \times 438,3 \text{ mm}^2/\text{mm} = 438,3 \text{ mm}^2$
- Di coba menggunakan hoop sengkang 4 kaki D 13,  $A_s = 530 \text{ mm}^2$   
 $> 426,21 \text{ mm}^2$  (OK)

### 7.3.12 Perhitungan Geser Joint

Balok yang memasuki join memiliki *porable moment* (Mpr) 715 kNm dan 413 kNm. Pada join, kekakuan kolom atas dan 149 kekakuan kolom bawah sama, sehingga  $DF = 0,5$  untuk setiap kolom, sehingga:

$$\begin{aligned} M_e &= 0,5 \times (454450482,9 + 454450482,9) \text{ Nmm} \\ &= 454450482,9 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Geser pada kolom atas

$$\begin{aligned} V_{\text{sway}} &= (564000000 + 564000000) / 2850 \\ &= 159456,31 \text{ N} \end{aligned}$$

Dibagian lapis atas balok, baja tulangan yang dipakai adalah 6 D19,  $A_s = 1701 \text{ mm}^2$

Gaya tarik yang bekerja pada baja tulangan balok

$$\begin{aligned} T' &= 1,25 A_s f_y \\ &= 1,25 \times 1701 \times 400 \\ &= 850.586,211 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya tekan yang bekerja pada balok

$$\begin{aligned} C = T &= 850586,211 \text{ N} \\ V_u = V_j &= V_{\text{sway}} - C - T \\ &= 159456,31 - 850586,211 - 850586,211 \end{aligned}$$

$$= 1258187,37 \text{ N (ke kiri)}$$

Kuat geser nominal join yang dikekang di keempat sisinya adalah:

$$V_n = 1,7 \sqrt{f_c} A_j$$

$$\Phi V_n = 0,75 \times 1,7 \times \sqrt{35} \times 420.000$$

$$= 2933054,295 \text{ N} > V_u = 1258187,375 \text{ N (OK)}$$

Jadi perencanaan kuat geser pada join sudah memenuhi.

#### **7.4 Penulangan Sloof**

##### Penulangan lentur sloof

Penulangan sloof didasarkan atas kondisi pembebanan dimana beban yang diterima adalah beban aksial dan lentur sehingga penulangannya diidealisasikan seperti penulangannya pada kolom. Adapun beban sloof adalah :

$$\begin{aligned} \text{Berat aksial nu} &= 10\% \times 121.26537 \text{ ton} \\ &= 12.126 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat yang diterima sloof :

$$\text{Berat sendiri} = 0,4 \times 0,70 \times 2,4 = 0.672 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat dinding RW} &= 3,5 \times 2,4 \times 0.2 \\ &= \underline{1.68 \text{ t/m}} + \\ &= 2.352 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2 \times 2.352 \\ &= 3.951 \text{ t/m} = 39513.60 \text{ N/m} \end{aligned}$$

Momen yang terjadi (tumpuan menerus)

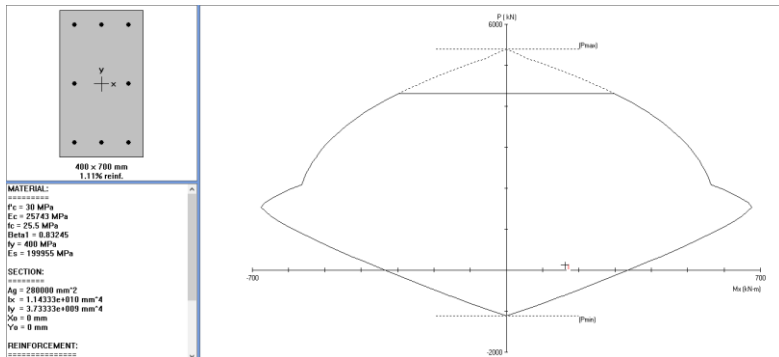
$$\begin{aligned} M_u &= 1/12 \cdot q_u \cdot L^2 \\ &= 1/12 \cdot 3.9513.60 \cdot 7^2 \\ &= 161347.2 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Lalu menggunakan program SpColumn dengan memasukkan beban :

$$P = 121.265 \text{ kN}$$

$$M = 161.347 \text{ kNm}$$

Sehingga di dapat diagram interaksi seperti pada gambar



Gambar 7.7 Diagram Interaksi Balok Sloof 40/70

di bawah ini :

Dari diagram interaksi untuk :

$f'_c = 30 \text{ Mpa}$

$f_y = 400 \text{ Mpa}$

dipasang tulangan **8-D22**

### Penulangan Geser Sloof

Dari diagram interaksi didapat momen balance  $M_{pr}$  sebesar  
 $= 341.01 \text{ kNm}$

$$V_u = \frac{M_{pr} + M_{pr}}{h_n} = \frac{341.01 + 341.01}{7} = 97.43 \text{ kN} = 97430.00 \text{ N}$$

$$V_s = 97430.00 / 0.75 \text{ N} = 129906.6667 \text{ N}$$

Diameter sengkang = 13 mm, direncanakan 2 kaki

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi \cdot 13^2 = 265,5 \text{ mm}^2 ; f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d_{aktual}}{V_s} = 511.69 \text{ mm}$$

Syarat spasi maksimum tulangan geser balok menurut SNI 2847:2013 pasal 21.5.3.2 :

- $s < d/4 = 626/4$   $= 156.5 \text{ mm}$
- $s < 6\phi$  tulangan lentur  $= 6 \times 22$   $= 132 \text{ mm}$
- $s < 150 \text{ mm}$

Senggang pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan.

∴ Dipasang **Ø13-130** mm sepanjang 2h dari muka kolom, dimana tulangan geser pertama dipasang 5 cm dari muka kolom dan pada daerah lapangan dipasang sejarak  $d/2 = 626/2 = 313 \text{ mm}$ , maka dipasang **Ø13-300**.



## **BAB VIII**

### **PERENCANAAN SAMBUNGAN**

#### **8.1 Umum**

Sambungan berfungsi sebagai penyalur gaya-gaya yang dipikul oleh elemen struktur ke elemen struktur yang lainnya. Gaya-gaya tersebut kemudian diteruskan ke pondasi. Desain sambungan juga dibuat untuk menciptakan kestabilan. Suatu 150 sambungan diharapkan dapat mentransfer beberapa gaya secara bersamaan.

Sambungan basah relatif mudah dalam pelaksanaannya jika dibandingkan dengan sambungan kering. Untuk sambungan basah dalam daerah join, diberikan tulangan yang dihitung berdasarkan panjang penyaluran dan sambungan lewatan. Selain itu juga dilakukan perhitungan geser friksi yaitu geser beton yang berbeda umurnya antara beton pracetak dengan beton *overtopping*.

Dalam pelaksanaan konstruksi beton pracetak, sebuah sambungan yang baik selalu ditinjau dari segi praktis dan ekonomis. Faktor kekuatan harus terpenuhi oleh suatu sambungan karena sambungan harus mampu menahan gaya-gaya yang dihasilkan oleh beberapa beban. Adapun syarat yang harus dipenuhi dalam perencanaan sambungan SRPMK seperti pada SNI 2847:2013 pasal 21.8.

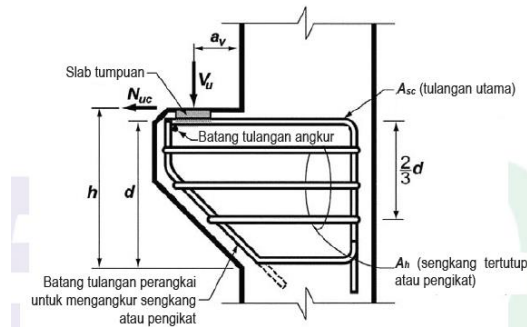
#### **8.2 Perencanaan Sambungan Balok dan Kolom**

Pada perencanaan sambungan antara balok induk dan kolom digunakan konsol pendek. Balok induk diletakkan pada konsol yang berada pada kolom kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan. Perencanaan konsol pada kolom tersebut berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11. Bentuk konsol pendek yang dipakai sebagai berikut :

##### **1. Data Perencanaan:**

$V_u = 201251,999 \text{ N}$  (diambil dari nilai  $V_e$  akibat  $M_{pr}$  balok)

- Dimensi Balok Induk = 40/70 cm
- Dimensi Konsol:
  - bw = 350 mm
  - h = 300 mm
  - Diameter lentur = 16 mm
  - Diameter geser = 13 mm
  - d =  $300 - 15 - 16/2 = 277 \text{ mm}$
- $F_c$  7 hari (saat pemasangan) = 19.5 Mpa
- $f_y$  = 390 Mpa
- $a_v$  = 150 mm



Gambar 8.1 Geometrik Konsol Pendek

Ketentuan yang digunakan dalam perencanaan konsol pendek berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.8.

- Perencanaan konsol pendek dengan rasio bentang geser terhadap tinggi  $a_v/d$  tidak boleh lebih besar dari satu.  
 $a_v/d = 150 / 242 = 0,62 < 1 \text{ (OK)}$
- $N_{uc}$  tidak lebih besar daripada  $V_u$ .  
 $N_{uc} \geq 0,2V_u$

$$N_{uc} = 0,2V_u = 0,2 \times 201251,999 = 40250,3998 \text{ N}$$

Tulangan longitudinal utama harus dibuat menerus melintasi sambungan dan harus disalurkan di luar baik sambungan kekuatan dan daerah sendi plastis.

## 2. Perencanaan Tulangan Geser Friksi

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.2.1 untuk beton normal  $V_n$  tidak boleh melebihi yang terkecil dari :

- $0,2 \times f_c' \times b_w \times d = 0,2 \times 19,5 \times 350 \times 242$   
 $= 330330 \text{ N}$
- $(3,3 + 0,08 f_c') \times b_w \times d = (3,3 + 0,08 \times 30) \times 350 \times 242$   
 $= 411642 \text{ N}$
- $11 \times b_w \times d = 11 \times 350 \times 242$   
 $= 931700 \text{ N}$

Dari persyaratan tersebut didapatkan nilai yang lebih besar dari gaya geser ultimate  $V_n = V_u / \phi = 268336 \text{ N}$ .

Kebutuhan tulangan friksi :

$$\begin{aligned} A_{vf} &= \frac{V_n}{f_y \times \mu} \\ &= \frac{268335,998}{400 \times 1,4} \\ &= 479,17 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$\mu$  adalah koefisien friksi dengan kriteria beton yang dicor di tempat dengan nilai 1,4 (SNI 2847:2013 pasal 11.6.4.3)

## 3. Luas Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} M_u &= V_u \times a_v + N_{uc} \times (h - d) \\ &= 201252 \times 150 + 40250,4 \times 58 \\ &= 32522323,04 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_f &= \frac{M_u}{\phi \times f_y \times 0,85d} \\ &= \frac{32522323,04}{0,75 \times 400 \times 0,85 \times 242} \\ &= 527,018 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_n &= \frac{N_{uc}}{\phi \times f_y} \\
 &= \frac{40250,399}{0,75 \times 400} \\
 &= 134,168 \text{ mm}^2 \\
 A_s &= a_f + A_n \\
 &= 527,018 + 170,35 \\
 &= 661,187 \text{ mm}^2 \\
 A_s &= \frac{2}{3} A_{vf} + A_n \\
 &= 453,615 \text{ mm}^2 \\
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,04 \times f_c \times b_w \times d}{f_y} \\
 &= \frac{0,04 \times 35 \times 350 \times 242}{400} \\
 &= 254,1 \text{ mm}^2 \\
 A_{s \text{ pakai}} &= 661,187 \text{ mm}^2 \\
 A_{s \text{ pasang}} &= 4 \text{ D16} \\
 &= 804,25 \text{ mm}^2 > 661,187 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

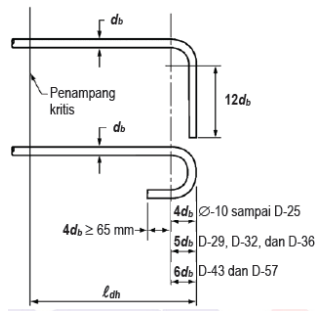
#### 4. Luas Tulangan Sengkang

Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.4 luas sengkang tertutup harus sesuai dengan :

$$\begin{aligned}
 A_h &= 0,5 \times (A_s - A_n) \\
 &= 0,5 \times (661,187 - 134,168) \\
 &= 263,5 \text{ mm}^2 \\
 A_h \text{ Pasang} &= 3 \text{ D13} \\
 &= 398,19 \text{ mm}^2 > 263,509 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

#### 5. Panjang Penyaluran Tulangan Tarik dengan Kait

Panjang penyaluran tarik (SNI 2847:2013 pasal 12.5.1) tidak boleh kurang dari :



Gambar 8.2 Detail Tulangan dengan Kait

$$8db = 8 \times 19 = 152 \text{ mm}$$

$$150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} ldh &= \frac{0,24 \times fy}{\sqrt{fc}} \times db \\ &= \frac{0,24 \times 390}{\sqrt{35}} \times 19 \\ &= 300,65 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dipakai panjang penyaluran tarik sepanjang 350 mm

Direncanakan bengkokan minimum pada tulangan tarik dengan tekukan  $90^\circ$  sebesar  $12db = 12 \times db = 12 \times 19 = 228 \approx 230 \text{ mm}$ .

### 8.3 Perencanaan Sambungan Balok Anak dan Balok Induk

Pada perencanaan sambungan antara balok anak dan balok induk digunakan konsol pendek. Balok anak diletakkan pada konsol yang berada pada balok induk kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan. Perencanaan konsol pada balok induk tersebut berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11. Bentuk konsol pendek yang dipakai sebagai berikut :

#### 1. Data Perencanaan:

- $V_u = 89895,62 \text{ N}$  (diambil dari nilai  $V_u$  pada saat kondisi setelah komposit)
- Dimensi Balok Anak = 30/50 cm
- Dimensi Konsol:

- $b_w$  = 200 mm
- $h$  = 200 mm
- Diameter lentur = 13 mm
- Diameter geser = 10 mm
- $d$  =  $200 - 15 - 13/2$   
= 178,5 mm
- $F_c$  7 hari (saat pemasangan) = 19.5Mpa
- $f_y$  = 390 Mpa
- $a_v$  = 125 mm

Ketentuan yang digunakan dalam perencanaan konsol pendek berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.8.

- Perencanaan konsol pendek dengan rasio bentang geser terhadap tinggi  $a_v/d$  tidak boleh lebih besar dari satu.  
 $a_v/d = 125 / 178,5 = 0,7 < 1$  (OK)
- $N_{uc}$  tidak lebih besar daripada  $V_u$ .  
 $N_{uc} \geq 0,2V_u$   
 $N_{uc} = 0,2V_u = 0,2 \times 89895,62 = 17979,124 \text{ N}$

Tulangan longitudinal utama harus dibuat menerus melintasi sambungan dan harus disalurkan di luar baik sambungan kekuatan dan daerah sendi plastis.

## 2. Perencanaan Tulangan Geser Friksi

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.2.1 untuk beton normal  $V_n$  tidak boleh melebihi yang terkecil dari :

- $0,2 \times f_c' \times b_w \times d$  =  $0,2 \times 19,5 \times 150 \times 178,5$   
= 139230 N
- $(3,3 + 0,08f_c') \times b_w \times d$  =  $(3,3 + 0,08 \times 19,5) \times 200 \times 178,5$   
= 173502N
- $11 \times b_w \times d$  =  $11 \times 200 \times 178,5$   
= 392700N

Dari persyaratan tersebut didapatkan nilai yang lebih besar dari gaya geser ultimate  $V_n = V_u / \phi = 119861 \text{ N}$ .

Kebutuhan tulangan friksi :

$$\begin{aligned}
 A_{vf} &= \frac{V_n}{f_y \times \mu} \\
 &= \frac{119860,83}{400 \times 1,4} \\
 &= 221,21219,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$\mu$  adalah koefisien friksi dengan kriteria beton yang dicor di tempat dengan nilai 1,4 (SNI 2847:2013 pasal 11.6.4.3)

### 3. Luas Tulangan Lentur

$$\begin{aligned}
 M_u &= V_u \times a_v + N_{uc} \times (h-d) \\
 &= 89896 \times 125 + 17979,12 \times (200 - 178,5) \\
 &= 11.623.504,67 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_f &= \frac{M_u}{\phi \times f_y \times 0,85d} \\
 &= \frac{11.623.504,67}{0,75 \times 400 \times 0,85 \times 178,5} \\
 &= 255,4 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_n &= \frac{N_{uc}}{\phi \times f_y} \\
 &= \frac{17979,124}{0,75 \times 400} \\
 &= 59,93 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= a_f + A_n \\
 &= 315,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= 2/3 A_{vf} + A_n \\
 &= 2/3 \times 219,5 + 59,93 \\
 &= 206,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= \frac{0,04 \times f_c \times b_w \times d}{f_y} \\
 &= \frac{0,04 \times 30 \times 150 \times 178,5}{400} \\
 &= 80,33 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ pakai} = 315,3 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pasang} &= 3 \text{ D13} \\
 &= 398,19 \text{ mm}^2 > 315,3 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

### 4. Luas Tulangan Sengkang

Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.4 luas sengkang tertutup harus sesuai dengan :

$$\begin{aligned}
 A_h &= 0,5 \times (A_s - A_n) \\
 &= 0,5 \times (315,3 - 59,93) \\
 &= 127,7 \text{ mm}^2 \\
 A_h \text{ Pasang} &= 2 \text{ D10} \\
 &= 157,07 \text{ mm}^2 > 128 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

#### 8.4 Perencanaan Sambungan Pelat dan Balok

Sambungan antara balok dengan pelat mengandalkan adanya tulangan tumpuan yang dipasang memanjang melintas tegak lurus di atas balok (menghubungkan stud – stud pelat). Selanjutnya pelat pracetak yang sudah dihubungkan stud-studnya tersebut diberi overtopping dengan cor setempat.

##### Panjang Penyaluran Tulangan Pelat Type HS

Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, didapatkan hasil penulangan pada pelat type HS sebagai berikut :

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

Berdasarkan 2847:2013 Pasal 12.2.2, maka :

$$\Psi_t = 1 \quad ; \quad \Psi_e = 1$$

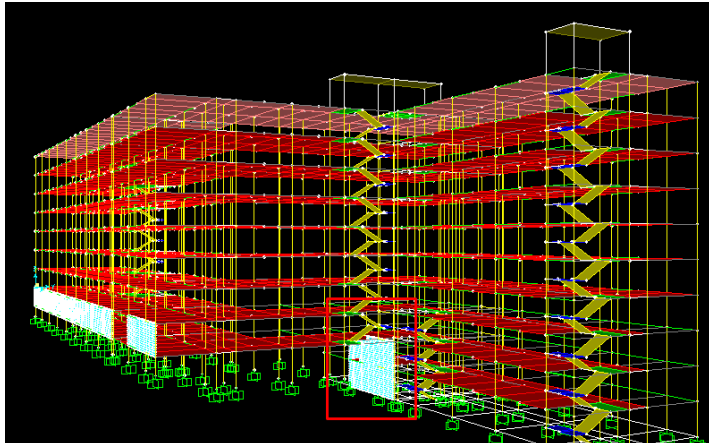
$$\begin{aligned}
 l_d &= \left( \frac{f_y}{2,1\lambda} \frac{\Psi_t \Psi_e}{\sqrt{f'_c}} \right) \times d_b \\
 &= \left( \frac{400}{2,1 \times 1} \frac{1 \times 1}{\sqrt{30}} \right) \times 10 \\
 &= 347.76 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$l_d > 300 \text{ mm} \dots \text{ OK}$$

Maka dipakai panjang penyaluran tulangan tarik  $l_d = 347.76 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$







Gambar 9.3 permodelan retaining wall sisi belakang

#### 9.1.1 Data perencanaan

- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 30 MPa
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 MPa
- Tebal dinding = 200 mm
- Diameter tulangan = 19 mm
- Tebal *decking* = 40 mm
- Tinggi Dinding = 7,0 m
- Data tanah :
  - Tanah selected material
  - Berat volume = 1.8 kg/m<sup>3</sup>
  - Kohesi = 0
  - Sudut geser = 30°

#### 9.1.2 Penulangan Retaining wall sisi belakang

##### ➤ Tulangan utama (tulangan vertikal)

$$\begin{aligned}
 d &= t - \text{decking} - 1/2 D - D \\
 &= 200 - 40 - 0.5 \times 29 \\
 &= 150.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$M_{\max} \text{ dari SAP2000} = 12394.35 \text{ kgm} = 123943500 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{0,9 \times 1000 \times d^2} = \frac{123943500}{0,9 \times 1000 \times 150,5^2} = 6,08$$

$\rho_{\min} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 6,08}{400}} \right) = 0,0176 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0176 > \rho_{\min} = 0,002$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$\begin{aligned} A_{s\text{perlu}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0176 \times 1000 \times 150,5 = 2654,97 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times A_{sD19}}{A_{s\text{perlu}}} = \frac{1000 \times 283,529}{2654,97} = 106,79 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 200 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D19-100**

➤ Tulangan utama (tulangan horizontal)

$$\begin{aligned} d &= t - \text{decking} - 1/2 D - D \\ &= 200 - 40 - 19 - 0,5 \times 19 \\ &= 131,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$M_{\max}$  dari SAP2000 = 7546,61 kgm = 75466100 Nmm

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{0,9 \times 1000 \times d^2} = \frac{75466100}{0,9 \times 1000 \times 131,5^2} = 4,85$$

$\rho_{\min} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 4.85}{400}} \right) = 0,0136$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0136 > \rho_{\text{min}} = 0,002$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0136 \times 1000 \times 131.5 = 1783.94 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

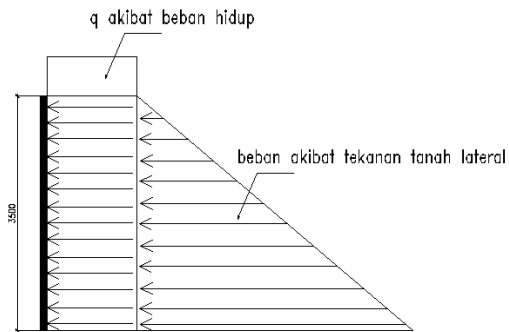
$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times A_{sD19}}{A_{s\text{perlu}}} = \frac{1000 \times 283.529}{1783.94} = 158.93 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

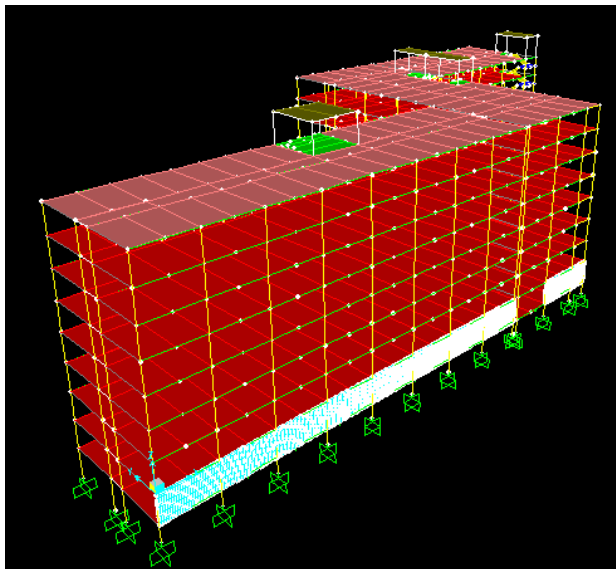
$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 200 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D19-150**

## 9.2 Perencanaan Retaining wall sisi depan



Gambar 9.5 Diagram tegangan yang terjadi pada dinding penahan tanah sisi depan



Gambar 9.4 permodelan retaining wall sisi depan

## 9.2.1 Data perencanaan

- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 30 MPa
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 MPa
- Tebal dinding = 200 mm
- Diameter tulangan = 19 mm
- Tebal *decking* = 40 mm
- Tinggi Dinding = 3,5 m
- Data tanah :  
 Tanah selected material  
 Berat volume = 1.8 kg/m<sup>3</sup>  
 Kohesi = 0  
 Sudut geser = 30°

## 9.2.2 Penulangan Retaining wall sisi depan

➤ Tulangan utama (tulangan vertikal)

$$\begin{aligned}
 d &= t - \text{decking} - 1/2 D - D \\
 &= 200 - 40 - 0.5 \times 29 \\
 &= 150.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mmax dari SAP2000 = 5378.74 kgm = 53787400 Nmm

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{0,9 \times 1000 \times d^2} = \frac{53787400}{0,9 \times 1000 \times 150.5^2} = 2.64$$

$\rho_{\min} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 2.64}{400}} \right) = 0,007
 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,007 > \rho_{\min} = 0,002$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,007 \times 1000 \times 150.5 = 1050.24 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times AsD19}{As \text{ perlu}} = \frac{1000 \times 283.529}{1050.24} = 269.97 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 200 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D19-250**

➤ Tulangan utama (tulangan horizontal)

$$\begin{aligned} d &= t - \text{decking} - 1/2 D - D \\ &= 200 - 40 - 19 - 0.5 \times 19 \\ &= 131.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{\text{max}} \text{ dari SAP2000} = 3217.55 \text{ kgm} = 32175500 \text{ Nmm}$$

Dipakai koefisien faktor reduksi :  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{0,9 \times 1000 \times d^2} = \frac{32175500}{0,9 \times 1000 \times 131.5^2} = 2.07$$

$\rho_{\text{min}} = 0,002$  berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3 (a)

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 2.07}{400}} \right) = 0,0054 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}} = 0,0054 > \rho_{\text{min}} = 0,002$  dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  sehingga didapatkan tulangan perlu sebesar :

$$\begin{aligned} As_{\text{perlu}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0054 \times 1000 \times 131.5 = 709.71 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jarak tulangan yang diperlukan

$$S_{\text{perlu}} = \frac{1000 \times AsD19}{As \text{ perlu}} = \frac{1000 \times 283.529}{709.71} = 399.50 \text{ mm}$$

- Syarat jarak maksimum tulangan

$$S_{\text{maks}} = 2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 200 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan lentur **D19-300**

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

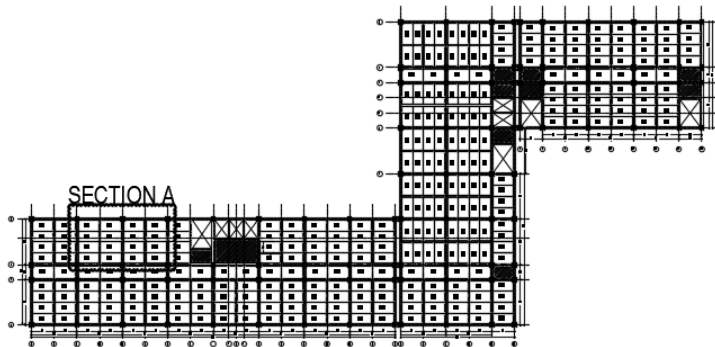


## **BAB X**

### **METODE PELAKSANAAN**

#### **10.1 Umum**

Metode pelaksanaan dalam sebuah pekerjaan konstruksi adalah salah satu hal yang paling vital, dengan adanya metode pelaksanaan, maka pekerjaan yang akan dikerjakan menjadi jelas dan arah. Pada tugas akhir ini akan di jabarkan alur pengerjaan section A. Lihat gambar di bawah ini :



Gambar 10. 1 Metode pelaksanaan section A

Dalam pelaksanaan metode pelaksanaan section A, akan terbagi menjadi beberapa alur. Secara garis besar alur tersebut, meliputi :

1. Pengerjaan Kolom : Penulangan, Beksiting, Pengecoran
2. Instalasi Elemen Pracetak : Pemasangan balok anak pracetak, balok induk pracetak dan plat pracetak
3. Pemasangan sambungan : sambungan plat-plat, balok anak-balok induk, balok induk-kolom.
4. Pengecoran topping : Bekisting dan pengecoran

#### **10.2 Metode Pelaksanaan Section A**

Dalam metode pelaksanaanya akan dijelaskan melalui beberapa gambar sebagai alat bantu sebagai berikut :

### 10.2.1 Pekerjaan kolom

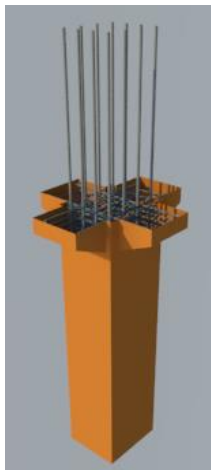
#### 1. Pembesian kolom dan korbél



Gambar 10. 2 Penulangan kolom dan korbél

#### 2. Pemasangan bekisting kolom dan korbél

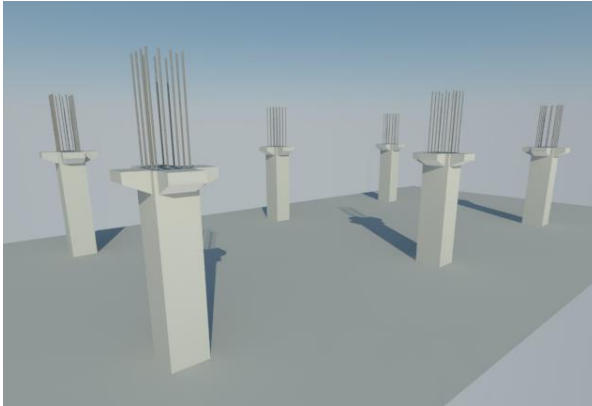
Setelah di lakukan pemasangan tulangan pada kolom dan korbél, selanjutnya memasang bekisting untuk kolom dan korbél.



Gambar 10. 3 Pemasangan bekisting kolom dan korbél

### 3. Pelepasan bekisting kolom dan korbek

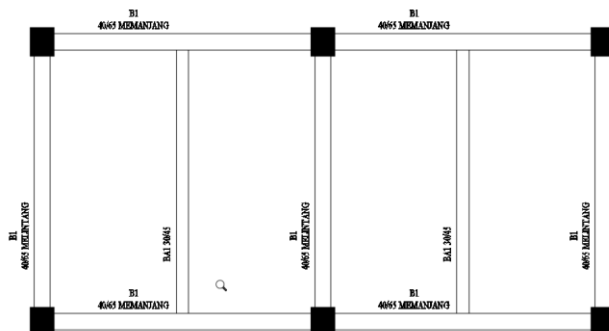
Setelah pemasangan bekisting kolom dan korbek selesai, maka di lakukan pengecoran kolom dan korbek, setelah tiga hari, bekisting kolom dan korbek di lepas.



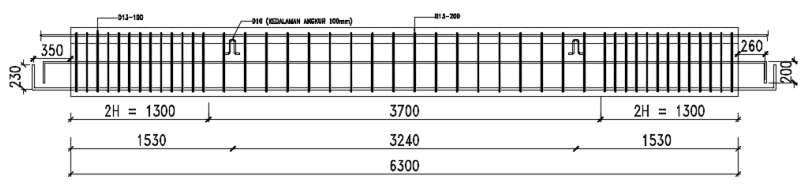
Gambar 10. 4 Kolom dan korbek setelah pelepasan bekisting

## 10.2.2 Pekerjaan Balok pracetak

### 1. Pekerjaan penulangan balok



Gambar 10. 5 Denah balok section A



Gambar 10. 6 Detail penulangan balok induk melintang 40/65

- 2. Volume pembesian balok pracetak
  - Tipe balok : **BI melintang**
  - Berat jenis tulangan : 7850 Kg/m<sup>3</sup>
  - Diameter tul. Geser : 13 mm
  - Diameter tul. lentur : 19 mm
  - Diameter tul. torsi : 16 mm
  - Jumlah tul. Geser : 42 buah
  - Jumlah tul. Lentur : 9 buah
  - Jumlah tul. Torsi : 2 buah
  - Panjang tul. Geser : 1.78 m
  - Panjang tul. Lentur : 7.46 m
  - Panjang tul. Torsi : 7.22 m
  - Berat total tulangan : 77.918 Kg

Tabel 10. 1 Rekapitulasi volume pembesian balok pracetak

TIPE BALOK	DIMENSI (m)			BERAT TULANGAN (kg)
	TINGGI	LEBAR	PANJANG	
B1 MEL	0.5	0.4	6.3	77.918
B1 MEM	0.5	0.4	6.4	85.337
BA1	0.3	0.3	6.6	72.554

- 3. Volume bekisting
  - Tipe balok : BI melintang
  - Tinggi balok : 0.5 m
  - Lebar balok : 0.4 m

Panjang balok : 6.3 m

Vol. bekisting :  $2 \times 0.5 \times 6.3 + 0.4 \times 6.3 = 8.82\text{m}^2$

Tabel 10. 2 Rekapitulasi volume bekisting balok pracetak

TIPE BALOK	DIMENSI (m)			VOLUME BEKISTING (m <sup>2</sup> )
	TINGGI	LEBAR	PANJANG	
<b>B1 MEL</b>	0.5	0.4	6.3	8.820
<b>B1 MEM</b>	0.5	0.4	6.4	8.960
<b>BA1</b>	0.3	0.3	6.6	5.940

4. Volume beton balok pracetak

Tipe balok : **BI melintang**

Tinggi balok : 0.5 m

Lebar balok : 0.4 m

Panjang balok : 6.3 m

Volume balok :  $0.5 \times 0.4 \times 6.3 = 1.26 \text{ m}^3$

Tabel 10. 3 Rekapitulasi volume beton balok pracetak

TIPE BALOK	DIMENSI (m)			VOLUME BETON (m <sup>3</sup> )
	TINGGI	LEBAR	PANJANG	
<b>B1 MEL</b>	0.5	0.4	6.3	1.260
<b>B1 MEM</b>	0.5	0.4	6.4	1.280
<b>BA1</b>	0.3	0.3	6.6	0.594

5. Durasi pekerjaan balok pracetak

Tabel 10. 4 Nilai Produktivitas Pekerjaan  
Struktur Beton Bertulang

Pekerjaan	Produktivitas Rata-Rata	Satuan
Bekisting	94.53	m <sup>2</sup> /jam
Penulangan	295.15	kg/jam
Pengecoran	8.05	m <sup>3</sup> /jam

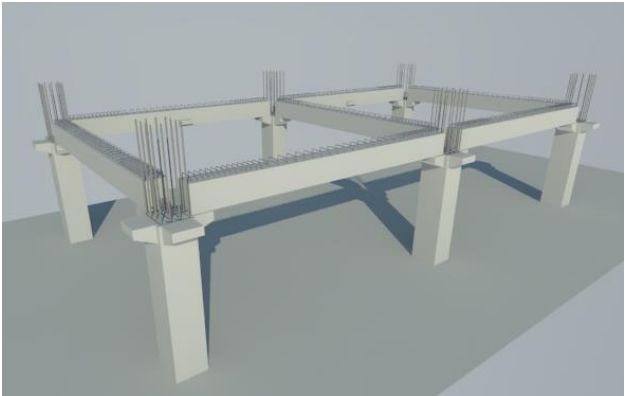
Tabel 10. 5 Rekapitulasi durasi pekerjaan balok  
pracetak

TIBE BALOK	DURASI BEKISTING (jam)	DURASI PENULANGAN (jam)	DURASI PENGECORAN BETON (jam)	DURASI (jam)
<b>B1 MEL</b>	0.093	0.264	0.157	0.514
<b>B1 MEM</b>	0.095	0.289	0.159	0.543
<b>BA1</b>	0.063	0.246	0.074	0.382

Tabel 10. 6 Rekapitulasi durasi pekerjaan balok untuk  
section A

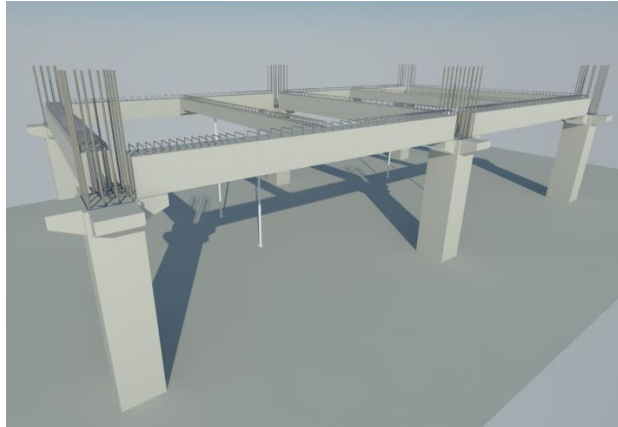
TIBE BALOK	DURASI (jam)	JUMLAH BALOK PADA SECTION A	DURASI PEKERJAAN BALOK PADA SECTION A (jam)
<b>B1 MEL</b>	0.514	3	1.541
<b>B1 MEM</b>	0.543	4	2.172
<b>BA1</b>	0.382	2	0.765
TOTAL			<b>4.478</b>

6. Pemasangan balok pracetak umur 7 hari
- Setelah pelepasan bekisting kolom dan korbekel, setelah beton umur 7 hari, dilakukan pemasangan balok induk.



Gambar 10. 7 Pemasangan balok induk

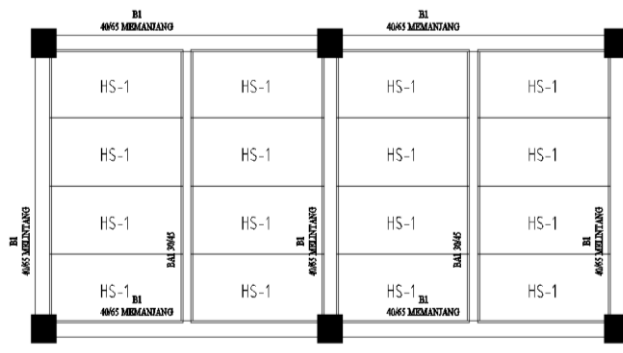
Kemudian pasang balok anak, tapi terlebih dahulu pasang 2 support repping untuk menyangga balok anak.



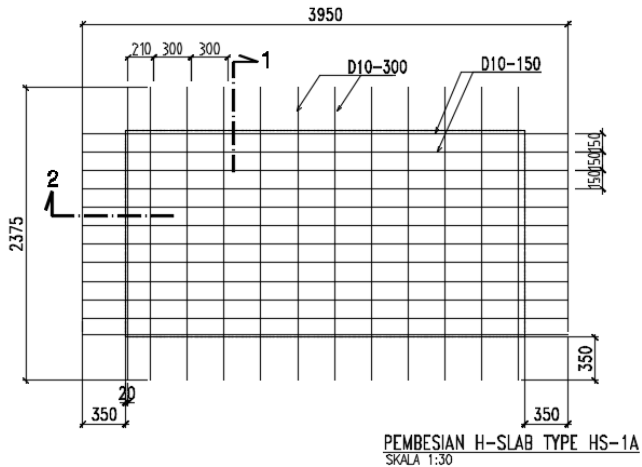
Gambar 10. 8 Pemasangan balok anak

### 10.2.3 Pekerjaan pelat pracetak

#### 1. Pekerjaan penulangan pelat



Gambar 10. 9 Denah pelat section A



Gambar 10. 10 Pembesian half slab tipe HS-1

2. Volume pembesian pelat pracetak

Tipe plat	: <b>HS-1</b>
Panjang	: 3.25 m
Lebar	: 1.675 m
Tebal	: 0.09 m
Diameter tulangan	: 0.01 m
Berat jenis tulangan	: 7850 kg/m <sup>3</sup>
Jumlah tul. Utama	: 12 buah
Jumlah tul. Susut	: 12 buah
Panjang tul. Utama	: 3.95 m
Panjang tul. Susut	: 2.375 m
Volume tulangan	: 46.795 kg

3. Volume bekisting pelat pracetak

Tipe plat	: <b>HS-1</b>
Panjang	: 3.25 m



Lebar : 1.675 m  
 Tebal : 0.09 m  
 Volume bekisting :  $(2 \times 3.25 \times 0.09) + (2 \times 1.675 \times 0.09)$   
 : 0.887 m<sup>2</sup>

4. Volume beton pelat pracetak

Tipe plat : **HS-1**  
 Panjang : 3.25 m  
 Lebar : 1.675 m  
 Tebal : 0.09 m  
 Volume beton :  $3.25 \times 1.675 \times 0.09 = 0.490 \text{ m}^3$

5. Durasi pekerjaan pelat pracetak

Tabel 10.1 Rekapitulasi durasi pekerjaan pelat pracetak

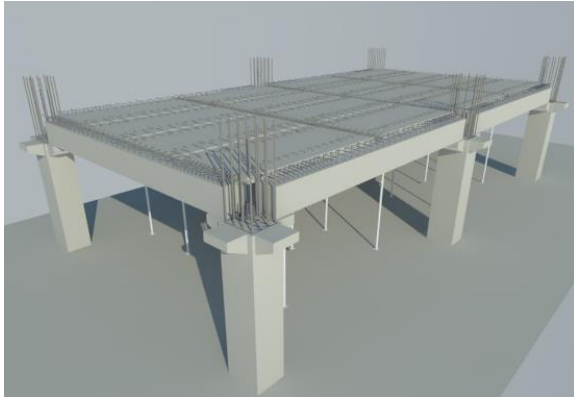
TIPE PLAT	DURASI PEMBESIAN (jam)	DURASI BEKISTING (jam)	DURASI PENGECORAN BETON (jam)
<b>HS-1</b>	0.159	0.009	0.061

Tabel 10.2 Rekapitulasi durasi pekerjaan pelat untuk  
section A

TIPE PLAT	JUMLAH PELAT PADA SECTION A	DURASI (jam)
<b>HS-1</b>	16	3.6606

6. Pemasangan balok pracetak umur 7 hari

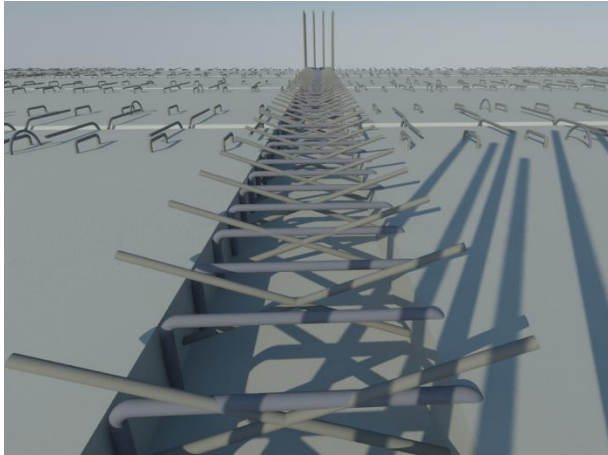
Setelah pemasangan balok induk, kemudian memasang pel shoring di tengahnya.



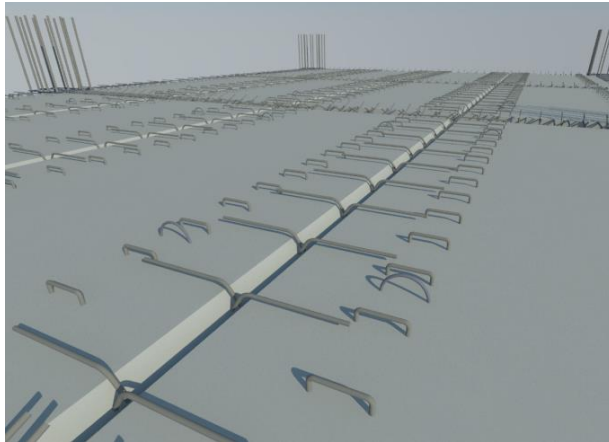
Gambar 10. 11 Pemasangan pelat pracetak



Gambar 10. 12 Pemasangan pelat pracetak  
dengan shoring di tengahnya

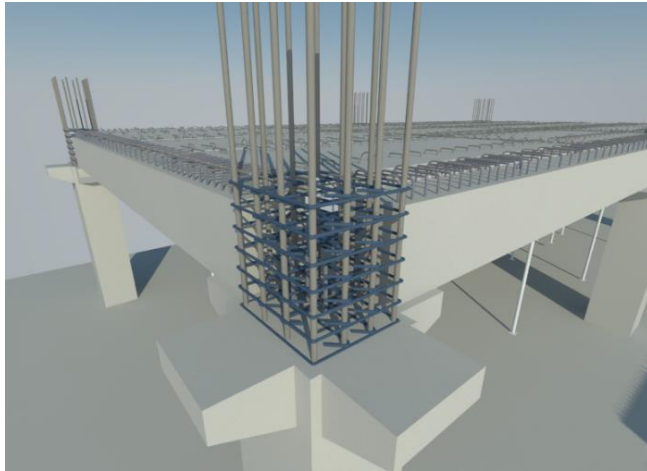


Gambar 10. 14 Sambungan pelat dan balok



Gambar 10. 13 Pemasangan sambungan  
antar pelat

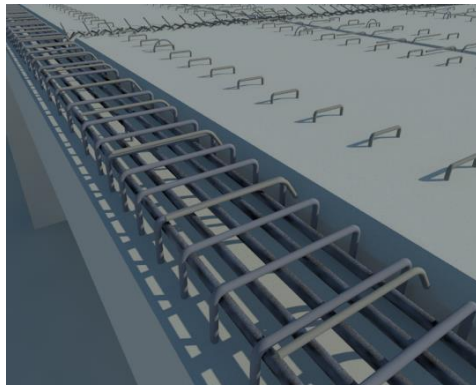
Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan tulangan geser pada HBK dan tulangan overtopping balok maupun pelat.



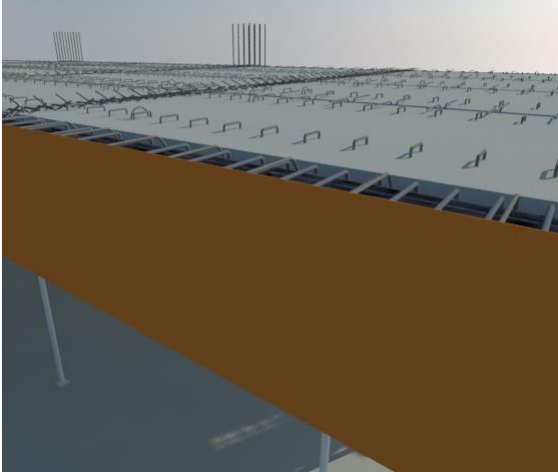
Gambar 10. 15 Pemasangan tulangan geser pada HBK

#### 10.2.4 Pekerjaan overtopping

Setelah pekerjaan pelat dan balok pracetak, untuk menjadi struktur yang komposit di lakukan pekerjaan over-topping setebal 60mm pada pelat dan overtopping tebal 150mm pada balok.

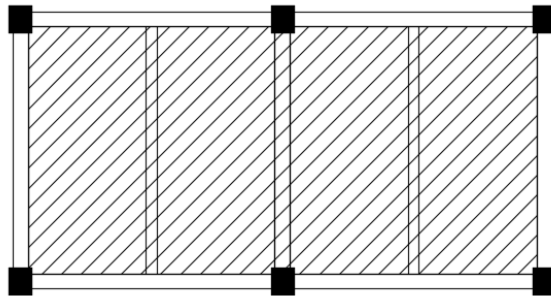


Gambar 10. 16 Pemasangan tulangan overtopping

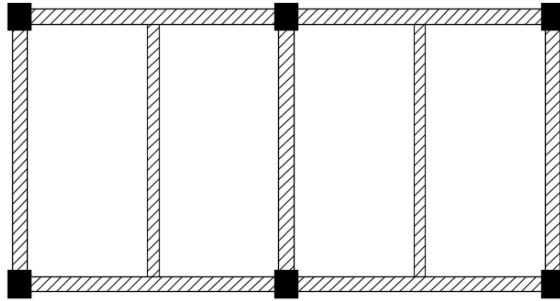


Gambar 10. 17 Pemasangan bekisting overtopping

Setelah dipasang bekisting, kemudian dilakukan pengecoran over topping, maka selesai metode



Gambar 10. 18 Denah pengecoran overtopping pelat section A



Gambar 10. 19 Denah pengecoran overtopping  
balok section A

Volume beton overtopping :

1. Volume overtopping pada pelat  
 $= 4 \times (6.6 \times 3.15) \times 0.06$   
 $= 4.989 \text{ m}^3$
2. Volume overtopping pada balok  
 $= 2 \times (0.15 \times 0.3 \times 6.6) + 4 \times (0.15 \times 0.4 \times 6.4) + 3$   
 $\times (0.15 \times 0.4 \times 6.3)$   
 $= 3.264 \text{ m}^3$

Durasi pengecoran beton overtopping :

Volume	: 8.253 m <sup>3</sup>
Produktivitas	: 8.253 m <sup>3</sup> /jam
Durasi	: 8.253 / 8.253 = 1.025 jam

**Tabel 10. 7 Total Perkiraan Durasi Untuk Produksi Pelat  
Dan Balok Pracetak**

	Jumlah section A tiap lantai	DURASI PEKERJAAN BALOK PRACETAK (jam)	DURASI PEKERJAAN PELAT PRACETAK (jam)	DURASI PEKERJAAN OVERTOPPING (jam)
Basement 3	0	0.000	0.000	0
Basement 2	3	13.434	10.982	3.075
Basement 1	16	71.649	58.569	16.4
Lantai 1	16	71.649	58.569	16.4
Lantai 2	19	85.083	69.551	19.475
Lantai 3	19	85.083	69.551	19.475
Lantai 4	19	85.083	69.551	19.475
Lantai 5	19	85.083	69.551	19.475
Lantai 6	19	85.083	69.551	19.475
Atap	19	85.083	69.551	19.475
TOTAL		667.229	545.428	152.725
TOTAL PERKIRAAN DURASI UNTUK PRODUKSI PELAT DAN		1365.382		

Jadi, perkiraan untuk memproduksi semua pelat dan balok pracetak di butuhkan waktu kurang lebih 1400 jam. Bila tiap hari jam efektif kerja sama dengan 8 jam, maka di butuhkan waktu 170 hari.

“Halaman ini sengaja dikosongkan “



## **BAB XI**

### **PENUTUP**

#### **11.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perancangan struktur yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini maka dapat ditarik beberapa poin kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Hasil perencanaan
  - a. Pelat in-situ

Tabel 11. 1 Rekapitulasi dimensi pelat in-situ

TIPE PELAT	Tebal	Lx (m)	Ly (m)
A	150	2	3.1
B	150	2.2	3.15
C	150	3.65	6.6
D	150	2.25	3.1

- b. Pelat pracetak

Tabel 11. 2 Rekapitulasi dimensi pelat pracetak

TIPE PELAT	T. PRECAST (mm)	OVER TOPPING (mm)	Lx (mm)	Ly (mm)	BERAT (kg)
HS-1	90	60	1625	3250	1175.85
HS-2	90	60	1700	3200	1175.04
HS-3	90	60	2000	3350	1447.20

- c. Tangga

Tebal pelat = 15 cm

Tulangan pelat tangga

Arah X = Ø13-150

Arah Y = Ø13-300

Tulangan pelat bordes

Arah X = Ø13-150

Arah Y = Ø13-300

## d. Balok

Tabel 11. 3 Rekapitulasi dimensi balok

TIPE BALOK	H. PRECAST (mm)	H. TOTAL (mm)	B. PRECAST (mm)	PANJANG (mm)	BERAT (kg)
BI-MEL	500	650	400	6300	3024
BI-MEM	500	650	400	6400	3072
BI-PENDEK	500	650	400	1600	768
B2	350	500	300	2900	730
BAL	300	450	300	6600	1425

## e. Kolom

Dimensi = 60/70 cm

Tulangan lentur = 12D25

Tulangan confinement = 4D13-100

## f. Sloof

Dimensi = 40/70 cm

Tulangan lentur = 8D22

Tulangan geser tumpuan = D13-130

Tulangan geser tumpuan = D13-300

## g. Retaining wall

- Retaining wall sisi depan :

Tebal = 200 mm

Tulangan vertical = D19-250

Tulangan horizontal = D19-300

- Retaining wall sisi belakang :

Tebal = 200 mm

Tulangan vertical = D19-100

Tulangan horizontal = D19-150

2. Sambungan antar elemen pelat pracetak dengan *overlapping* menggunakan *shear connector*, untuk sambungan antara pelat dengan pelat menggunakan sambungan menerus, lalu untuk sambungan antara balok induk dengan kolom menggunakan sambungan menerus

serta konsol pendek, dan sambungan antara balok anak dengan balok induk menggunakan sambungan konsol pendek..

3. Dalam metode pelaksanaan pracetak dimulai dari proses fabrikasi, pada umur 3 hari beton-beton pracetak siap diangkat untuk ditempatkan di stockyard yang tersedia. Di lokasi proyek telah terpasang kolom (cor insitu) dan siap dilakukan pemasangan elemen balok dan pelat pracetak pada umur 7 hari. Lalu dilanjutkan dengan pengecoran *overtopping* beton yang sebelumnya telah dipasang scaffolding untuk mereduksi tegangan yang terjadi.
4. Metode pelaksanaan dari pekerjaan struktur pelat dan balok untuk satu section, satu section terdiri dari 7 balok induk, 2 balok anak dan 16 segmen pelat pracetak. Durasi untuk pekerjaan pelat pracetak untuk 1 *section* dengan volume beton sebesar  $1,58\text{m}^3$  adalah  $\pm 4$  jam dan durasi untuk pekerjaan balok pracetak untuk 1 *section* dengan volume beton sebesar  $3,13\text{m}^3$  adalah  $\pm 5$  jam, sedangkan durasi untuk pekerjaan pengecoran *overtopping* untuk 1 *section* dengan volume beton sebesar  $8,25\text{m}^3$  adalah  $\pm 1$  jam. Jadi untuk durasi pekerjaan satu *section* adalah  $\pm 10$  jam. Pada gedung harvest ini perkiraan ada 149 section, maka diperlukan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan pelat dan balok adalah  $\pm 1490$  jam.

## 11.2 Saran

1. Tipe elemen pracetak sedapat mungkin dibuat seminal mungkin untuk lebih menyeragamkan bentuk cetakan dan detail tulangan sehingga tujuan dari konstruksi.
2. Masih perlu lagi pengembangan teknologi Pracetak agar lebih inovatif dan efisien dalam penggunaannya, serta lebih mudah dalam pengaplikasiannya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. 2013. **SNI 2847:2013 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2013. **SNI 1727:2013 Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2012. **SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Elliott S. Kim. 2002. *Precast Concrete Structures*.

Hawkins M. Neil. 1987. **U.S.-Japan Seminar on Precast Concrete Construction in Seismic Zones**.

Imran, Iswandi. 2009. **Studi Eksperimental Sambungan Kolom-Kolom pada Sistem Beton Pracetak dengan Menggunakan Sleeves**. Seminar dan Pameran HAKI 2009.

Precast/Prestressed Concrete Institute. 2004. *PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete Sixth Edition*. Chicago : Precast/Prestressed Concrete Institute.

Rachmat, Purwono. 2005. **Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa**. Surabaya : ITS Press

Wahjudi, Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam**. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil, FTSP, ITS.

Wulfram I. Ervianto. 2007. **Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi**.

“Halaman ini sengaja dikosongkan “

## BIODATA PENULIS



### **Taufiq Hidayat**

Lahir di Nganjuk pada tanggal 15 Februari 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan bapak Adi wiyono dan ibu Siti Marfu'atin.

Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Sumberwindu 1 (2002-2008), SMP Negeri 1 Berbek (2008-2011), dan SMA Negeri 1 Nganjuk (2011-2014). Penulis melanjutkan pendidikan sarjana teknik terapan di program studi Diploma IV Departemen Teknik

Infrastruktur Sipil ITS Surabaya angkatan 2014 dan terdaftar dengan NRP 10111410000056. Penulis juga pernah mewakili ITS menjadi finalis PIMNAS 29. Bagi penulis menempuh pendidikan di program studi Diploma IV Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS Surabaya merupakan suatu kesempatan yang tidak akan datang untuk kedua kalinya, sekaligus merupakan suatu kebanggaan. Penulis dapat dihubungi melalui email [taufiqjenius100@gmail.com](mailto:taufiqjenius100@gmail.com)

“Halaman ini sengaja dikosongkan “



## **LAMPIRAN**

“Halaman ini sengaja dikosongkan “



# DRILLING LOG

KLIEN	- PT. ADHI PERSADA PROPERTI	TJPE BOR	- ROTARY DRILLING	Remarks
NAMA PROYEK	- TAMAN MELATI, DINGOYO - MALANG	TANGGAL MULAI	- 14 Desember 2012	UD = Underside Sample
TITIK BOR	- BH-1	TANGGAL SELESAI	- 16 Desember 2012	CS = Core Sample
MUKA AIR TANAH		MASTER BOR	- SAMPUN	SPT = SPT Test
LOKASI PROYEK	- JL. MT. HARYONO, DINGOYO MALANG			

Scale in m	Elevation (WNS) in m	Depth in m	Thickness in m	Legend	Type of Soil	Colour	Relative Density or Consistency	General Remarks	UD / CS		SPT TEST		Standard Penetration Test					N - Value			
									Depth in m	Sample Code	Depth in m	Sample Code	N Value blow/30 cm	Blows per each 15 cm							
														15 cm	15 cm	15 cm					
0.00	0.00							START OF BORING													
1.00	-1.00				LLUMPING		STIFF TO VERY STIFF	SPT 12 and 16			-2.00	SPT 1	16	8	7	8		16			
2.00	-2.00										-2.50										
3.00	-3.00										-4.00	SPT 2	13	4	5	7		12			
4.00	-4.00										-4.50										
5.00	-5.00				CORLAT		HARD	SPT > 50		UD 01	-5.00										
6.00	-6.00										-6.00	SPT 3	> 60	20	25/10			50			
7.00	-7.00										-5.50										
8.00	-8.00										-8.00	SPT 4	6	4	3	3		6			
9.00	-9.00				LAWAU PASIR BERKERIKIL		MEDIUM TO STIFF	SPT 6 and 6			0.50										
10.00	-10.00										-10.00	UD 02	-10.00								
11.00	-11.00										-10.50										
12.00	-12.00										-12.00	SPT 5	> 60	21/5				>	50		
13.00	-13.00				LAWAU PASIR		HITAM				-12.00										
14.00	-14.00										-14.00	SPT 7	> 60	10	25/6			>	50		
15.00	-15.00										-14.50										
16.00	-16.00										-15.00	UD 03									
17.00	-17.00				LAWAU PASIR BERKERIKIL		HMPU	SPT > 50			-16.00										
18.00	-18.00										-16.50	SPT 8	> 60	20	25/8			>	50		
19.00	-19.00										-18.00										
20.00	-20.00										-18.50	SPT 9	> 60	25	30/10			>	50		
21.00	-21.00				ADU-ADU						-18.50										
											-20.00										
											-20.50	SPT 10	> 60	30/50			>	50			
											-20.50										

# PLESTER

## UNTUK PLESTERAN DINDING DAN SPESI PADA PEMASANGAN BATA MERAH

Drymix Plester adalah campuran semen, filler dan aditif polimer yang berfungsi untuk meningkatkan workability adukan dan menambah daya lekat ke substrat. Dikemas dalam satu sak untuk diaplikasikan di atas permukaan bata merah maupun bata ringan.



1 SAK = 2,5M<sup>2</sup>



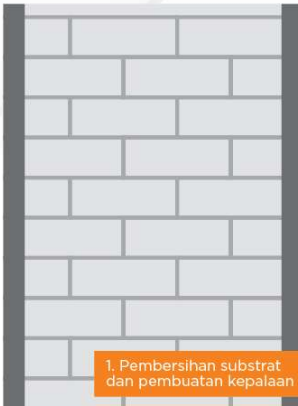
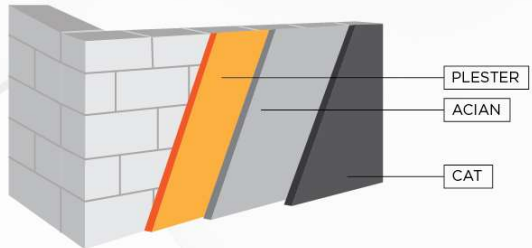
DAYA REKAT TINGGI  
(KUAT)



PRAKTIS

### + KEUNGGULAN

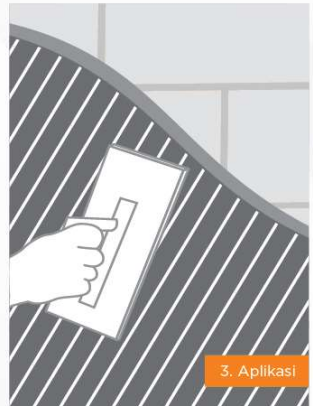
- Meminimalisir retak akibat muai susut dari permukaan semen.
- Memiliki daya rekat yang baik.
- Kualitas dan konsistensi campuran terjaga.
- Praktis, pekerjaan lebih cepat.



1. Pembersihan substrat dan pembuatan kepala



2. Pengadukan dan Pembasahan permukaan



3. Aplikasi

# CARA PENGGUNAAN



## PERSIAPAN

- Gunakan air yang bersih, bebas dari asam, alkali dan pengotor lain.
- Untuk area yang akan di aplikasikan, bersihkan permukaan dari kotoran, debu, minyak, lemak, lilin, cat dan partikel-partikel merugikan.
- Membuat kepalaan terlebih dahulu dan diaman selama 1 hari



## PENCAMPURAN

- Perbandingan :

Air Bersih	Bubuk Drymix Plester
9-10 liter	50 kg
7-8 liter	40 kg
1 Vol air	4 Vol bubuk
- Aduk 3-5 menit sampai rata hingga homogen terbentuk pasta.
- Adukan dalam ember tidak lebih dari 60 menit harus di aplikasikan.



## APLIKASI

- Basahi permukaan bata ringan dan aplikasikan Drymix plester menggunakan sendok semen diseluruh permukaan substrat. Gunakan jidar untuk meratakan.  
  
Kondisi setengah kering, plester digosok dan dipadatkan menggunakan raskam. Aplikasi ketebalan lebih dari 10 mm harus dilakukan dalam 2 tahap.
- Blarkan selama 3 hari sebelum aplikasi skimcoat / acian.

# DATA TEKNIS

## SPESIFIKASI TEKNIS ( EN 998-1 )

Bentuk	Bubuk
Compressive Strength (BS EN 1015-11)	7-10 Mpa @ 28 days
Pull Off Strength (BS EN 1015-12)	> 0.3 N/mm <sup>2</sup> (DIN 18555-6/EN 1348:1999)
Daya Sebar	± 2,5 m <sup>2</sup> / sak 50 kg untuk tebal 10 mm
Dry Density	± 1,7 gr/cm <sup>3</sup>
Wet Density	± 1,9 gr/cm <sup>3</sup>
Pot life	min. 60 menit
Ketebalan Aplikasi	10 - 20 mm

## AREA APLIKASI

- Dinding Eksterior dan dinding interior.

## PENYIMPANAN

Simpan selalu di tempat yang kering dan jauh dari genangan air serta udara yang lembab.



## PENGEPAKAN

Dikemas dengan berat 40 kg dan 50 kg.



**DRYMIX®**

**DIPRODUKSI OLEH: PT. DRYMIX INDONESIA - JAKARTA**

Ph : (021) 8379 3738 | Made in Indonesia

**Catatan :** Coverage adalah hasil percobaan di bawah kondisi laboratorium , hanya sebagai pedoman dan tergantung pada kondisi di lapangan seperti substrate, porositas, dll. Produk ini terbuat dari bahan semen yang dapat menyebabkan iritasi. Hindari kontak langsung dengan kulit dan mata. Apabila terkena, segera basuh dengan air yang bersih.

# ACIAN

## PENGHALUS PADA PERMUKAAN PLESTER

Drymix Acian adalah campuran semen, filler dan aditif yang dikemas dalam satu kemasan untuk pekerjaan acian pada permukaan plester. Diaplikasikan dengan ketebalan 2 -3 mm untuk keperluan interior dan eksterior.



**HASIL  
HALUS**



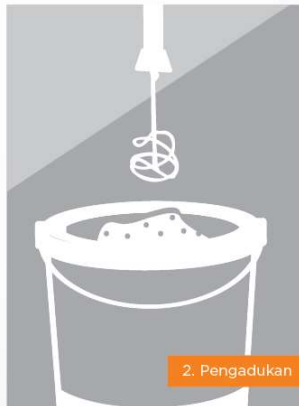
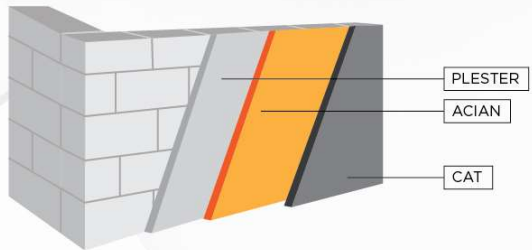
**DAYA REKAT TINGGI  
(KUAT)**



**PRAKTIS**

### + KEUNGGULAN

- Meminimalisir retak rambut akibat muai susut dari permukaan semen.
- Memiliki daya rekat yang baik.
- Tidak perlu plamir.
- Hasil lebih rapi dan warna lebih terang.
- Praktis, pekerjaan lebih cepat.



## CARA PENGGUNAAN



### PERSIAPAN

- Gunakan air yang bersih, bebas dari asam, alkali dan pengotor lain.
- Untuk area yang akan di aplikasikan, bersihkan permukaan dari kotoran, debu, minyak, lemak, lilin, cat dan partikel-partikel merugikan.
- Periksa permukaan plester dan basahi dasar permukaan yang akan diaci dengan air.



### PENCAMPURAN

- Perbandingan :

Air Bersih	Bubuk Drymix Acian
9 - 10 liter	30 kg
1 Vol air	2,5 Vol bubuk
- Aduk 3-5 menit sampai rata hingga homogen dan membentuk pasta.
- Adukan dalam ember tidak lebih dari 90 menit harus di aplikasikan.



### APLIKASI

- Aplikasikan Drymix ACIAN menggunakan roskam besi dengan ketebalan maksimum 2-3 mm.
- Kondisi setengah kering haluskan kembali Drymix ACIAN dengan menggunakan roskam besi.
- Jangan digosok dengan kertas semen, amplas atau sejenisnya. Biarkan kering minimum 5 hari sebelum dilakukan pengecatan.

## DATA TEKNIS

### SPESIFIKASI TEKNIS ( EN 998-1 )

Bentuk	Bubuk
Compressive Strength @ 28 days (BS EN 1015-II)	8 - 12 Mpa
Pull Off Strength (BS EN 1015-12)	min. 0,3 N/mm <sup>2</sup> @ 28 days
Ketebalan aplikasi	2-3 mm
Daya Sebar	10 m <sup>2</sup> / 30 kg untuk ketebalan 2-3 mm
Dry Density	+ 1,2 gr/cm <sup>3</sup>
Wet Density	+ 1,9 gr/cm <sup>3</sup>
Pot life	min. 90 menit

### AREA APLIKASI

- Dinding Eksterior dan dinding interior
- Permukaan plester

### PENYIMPANAN

Simpan selalu di tempat yang kering dan jauh dari genangan air serta udara yang lembab.



### PENGEPAKAN

Dikemas dengan berat 30kg.



**DRYMIX®**

**DIPRODUKSI OLEH: PT. DRYMIX INDONESIA - JAKARTA**

Ph : (021) 8379 3738 | Made in Indonesia

**Catatan :** Coverage adalah hasil percobaan di bawah kondisi laboratorium, hanya sebagai pedoman dan tergantung pada kondisi di lapangan seperti substrate, porositas, dll. Produk ini terbuat dari bahan semen yang dapat menyebabkan iritasi. Hindari kontak langsung dengan kulit dan mata. Apabila terkena, segera basuh dengan air yang bersih.





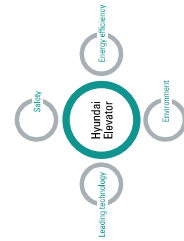
**HEAD OFFICE & FACTORY**  
San 138-1, Ami-n, Budaep, Ichon-si, Gyeonggi-do 467-734, Korea  
Tel: 82-2-3670-0661/0665 Fax: 82-2-3672-8763-4  
[www.hyundaeelwater.co.kr](http://www.hyundaeelwater.co.kr)

**SEOUL OFFICE(INT'L SALES DIV.)**  
8F East Bldg, Hyundai Group Bldg. 1-7 Yeonji-dong, Jungno-gu, Seoul 110-754, Korea  
Tel: 82-2-3670-0661/0665 Fax: 82-2-3672-8763-4

[illegible]

PASSENGER ELEVATORS - We reserve the right to change designs and specifications for the product development without prior notice.  
Copyright © HYUNDAI ELEVATOR CO., LTD. All rights reserved. Printed in Korea.  
CATALOG CODE : C-PB-EP408/2013.03/Rev.4





Since the 1984 founding of South Korea, Hyundai Elevator, an affiliate of Hyundai Business Group, with leading technology has grown up to Korea No. 1 elevator company. Now Hyundai Elevator is roaring towards to top of the world. We value the safety, energy efficiency, and environment-friendly features of the highest standard for all products made by Hyundai Elevator.

## Trusted quality

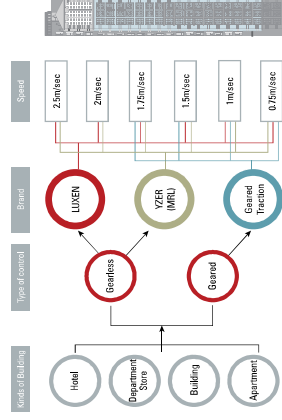
We export products to 50 countries like Japan, Europe, East / West Asia, the Middle East and are recognised for excellence in quality.

## Refined design

Refined design to give consideration to health and the environment adds new value to the elevator.

### [Selection of passenger elevator system]

The selection of elevator shall be made on the basis of consideration of the building type, scale, tenant characteristics, elevator usage and the anticipated passenger carrying capacity at the building's traffic peak time. Hyundai elevators are available from geared traction elevator to gearless traction elevators, covering the full range of vertical transportation requirements.

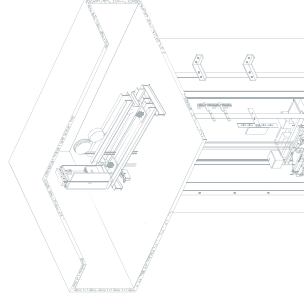


## Contents

- 01 Introduction
- 02 Selection of passenger elevator system
- 03 Selection of elevator system
- 04 Selection of elevator system
- 05 Selection of elevator system
- 06 Selection of elevator system
- 07 Selection of elevator system
- 08 Selection of elevator system
- 09 Selection of elevator system
- 10 Selection of elevator system
- 11 Selection of elevator system
- 12 Selection of elevator system
- 13 Selection of elevator system
- 14 Selection of elevator system
- 15 Selection of elevator system
- 16 Selection of elevator system
- 17 Selection of elevator system
- 18 Selection of elevator system
- 19 Selection of elevator system
- 20 Selection of elevator system
- 21 Selection of elevator system
- 22 Selection of elevator system
- 23 Selection of elevator system
- 24 Selection of elevator system
- 25 Selection of elevator system
- 26 Selection of elevator system
- 27 Selection of elevator system
- 28 Selection of elevator system
- 29 Selection of elevator system
- 30 Selection of elevator system
- 31 Selection of elevator system
- 32 Selection of elevator system
- 33 Selection of elevator system
- 34 Selection of elevator system
- 35 Selection of elevator system
- 36 Selection of elevator system
- 37 Selection of elevator system
- 38 Selection of elevator system
- 39 Selection of elevator system
- 40 Selection of elevator system

## Gearless Traction Machine

With the use of gearless traction machine, smoother ride, improved energy-saving, and environment-friendly features are enhanced.



### + Improved energy savings

Gearless traction machine with permanent magnet synchronous motor provides up to 25% energy savings compared with geared traction machine with induction motors.

### + Comfortable riding

Noise and vibration level have been decreased dramatically and car ride is improved thanks to the use of gearless traction machine with permanent magnet synchronous motor without toothing gear and rope swing.

### + Environment-friendly components

It is environmentally friendly because gear oil is not required.

### + Reduced installation space

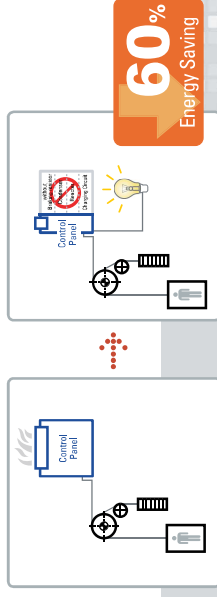
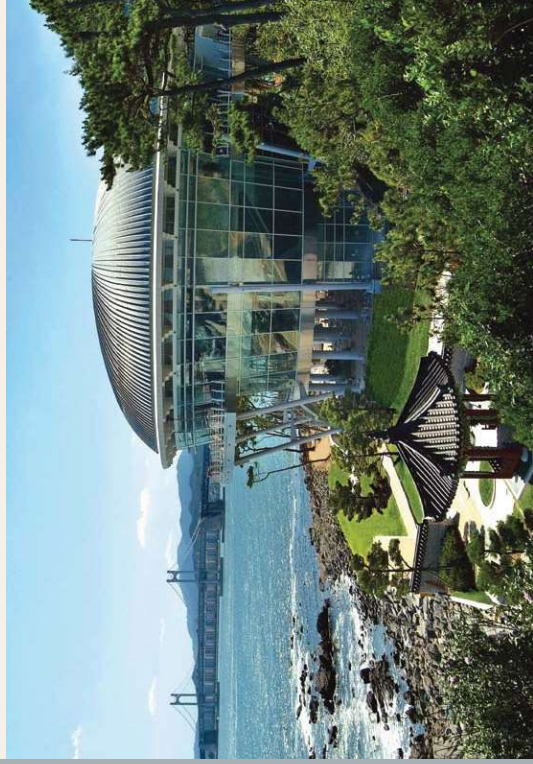
It can save the building space as it needs smaller machine room space than the conventional.

### + Easy installation and maintenance

The installation and maintenance is less complicated as the implementation is the same 1:1 roping for induction motor.

## LOWATT (Energy Regenerative Elevator Inverter) Capacitor-less converter

LOWATT, next generation elevator inverter system, minimizes energy consumption by regenerating wasted kinetic energy with newly designed power circuit. It is applicable for low-medium speed gearless elevator LUXEN, machine roomless elevator YZER, and geared elevator.



Without LOWATT

With LOWATT

### + Up to 60% energy savings

The energy generated by the motion of the car is recycled back to the inverter, resulting a 60% total energy consumption.

### + Reduced heat emission

The heat emission of the motor has been drastically reduced as the energy generated from operating the elevator is recycled.

### + Easy maintenance

The inverter doesn't have condensers, reactors, resistant parts so it is easy to maintain and repair.

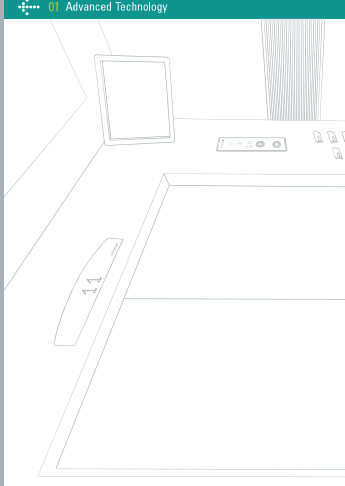
Notes : 1. Energy Regenerative Elevator Inverter (LOWATT) is optional.  
2. The LOWATT inverter system is a new technology compared to the NET (New Excellent Technology) for the application of inverter control for driving elevators.



**LOWATT**

## HELIAS (Destination Selecting System)

The purpose of registration is to automatically select the best service of the elevator car within the system and the passenger does not need to click the car operating button in car. HELIAS (Destination Selecting System) manages elevator more effectively.



### + Shorter waiting time

It saves calling time and riding time as it selects the proper elevator for effective service.



### + Improving efficiency in energy usage

By grouping passengers having the same target floor to the same elevator, it will save energy and increase system efficiency.



### + Security and Convenience

Use of Building Access Cards to work with the elevator call button and the user ID in the Building Access Cards will automatically register a call to provide convenience to residents, as well as preventing any non-authorized outsider gain access to the building.



### + A variety of contents in real time

This system can be applied to existing systems and this feature will provide a touch screen and LCD display inside the car, so passengers can get internet-based information such as car operation, weather, stock price, index trends, and real-time headline news.



RELIABLE BRAND

2

## LUXEN (Medium speed gearless traction elevators)

A high-tech gearless traction machine which was used mainly in high-speed elevator is used for this product.



**LUXEN**  
Digital Gearless

### Excellent car ride

The LUXEN, using the gearless machine, provides a smooth and noiseless ride.

### Increased energy efficiency

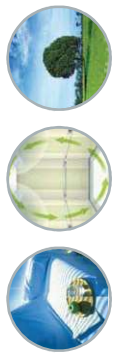
Gearless traction machine with permanent magnet synchronous motor application and energy recycling Inverters (LOWATT) will increase energy efficiency.

### Spacious car interior

The car is more spacious and more comfortable compared with existing product design which has low ceiling height.

### Eco-friendly product

This is an environment-friendly products. It does not need to replace the gear oil regularly.







2 RELIABLE BRAND

## YZER (Machine-room-less elevators)

An innovative elevator which does not require a separate machine room.



**YZER**  
MRL ELEVATOR

### High space efficiency

The thinner control panel and compact gearless traction machine eliminate the need for a separate machine room because the system is so compact it can be located at any floor or on hoistway wall.

### More flexible architectural design

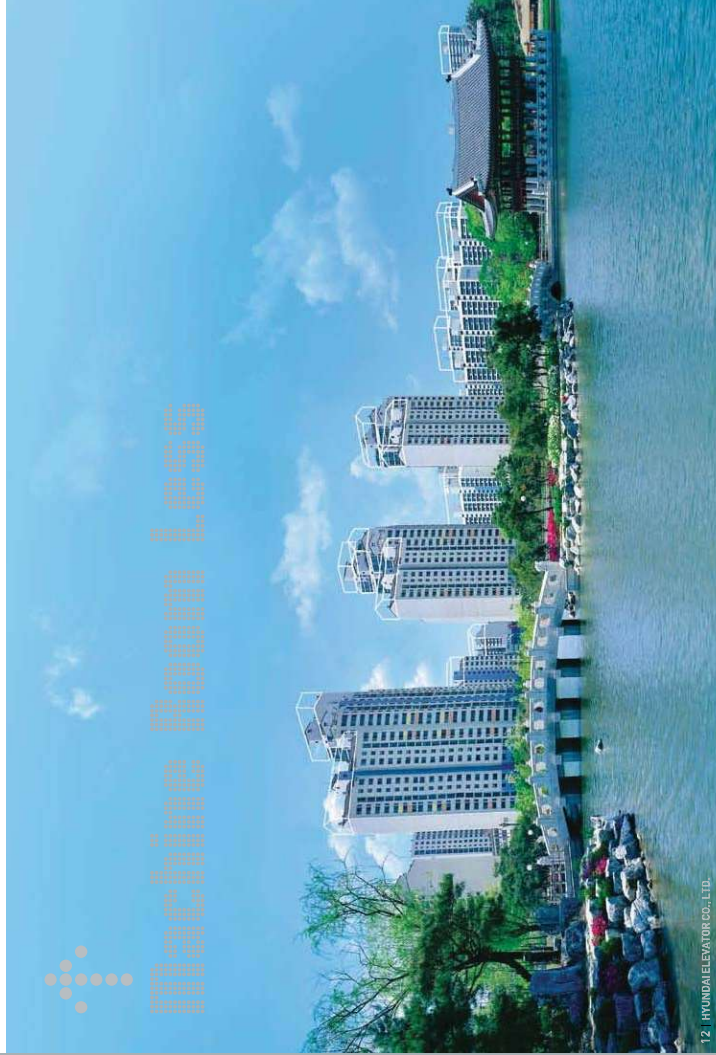
The building roof line can be enhanced due to the elimination of the conventional penthouse type machine room. It enables a free layout of hoistway position as the machine room is not necessary.

### Reduction of building cost

Expenses for the construction of machine room as well as the completion time of building work can be reduced as the machine room is not necessary.

### Compact gearless traction machine

By using gearless traction machine with permanent magnet synchronous motor, it provides smoother ride, improved energy-saving, and environment friendly features.

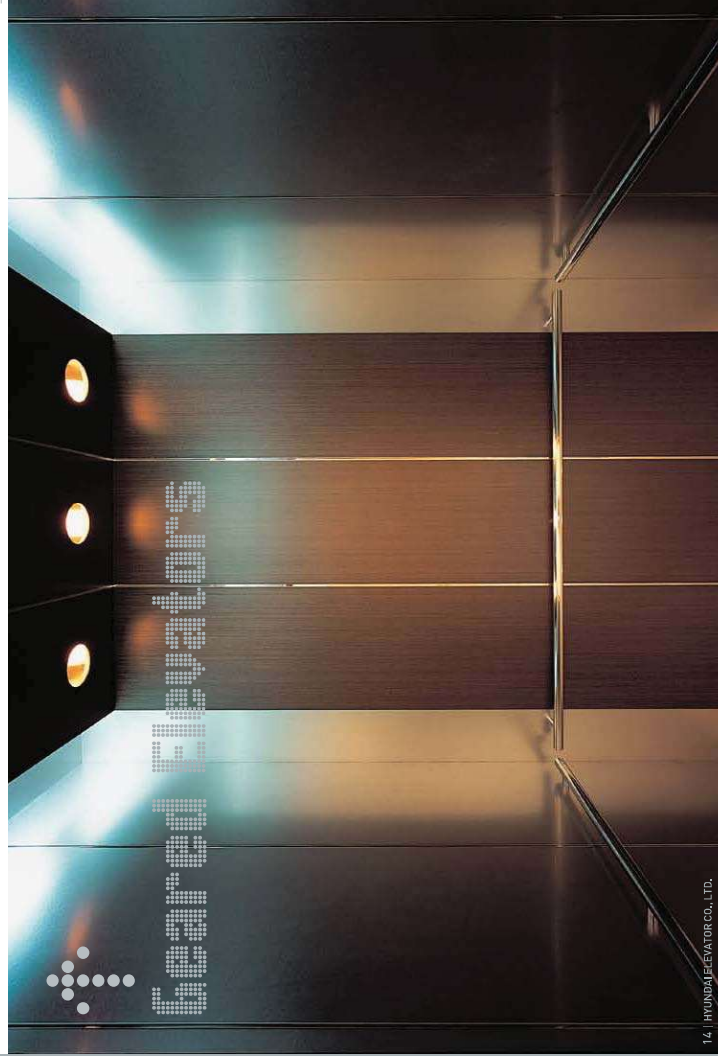




2 RELIABLE BRAND

## Geared Traction Elevators

The highest efficiency is achieved through the optimal combination of voltage and frequency, the latest and most advanced VVVF technology of electric power supply to the induction motor.



### Extremely smooth riding comfort & accurate landing

Using computer control for acceleration and deceleration the riding comfort is improved.

### Enhanced safety

The self-checking system as part of the software/hardware design built-in the elevator and drive control system greatly improve safety of the elevator operation.

### Compact design

Minimized control panel enables to reduce installation costs.





| FRONT VIEW |



| REAR VIEW |



| FRONT VIEW |



| REAR VIEW |

### | CAGE DESIGN |

Ceiling	CDEB7A: Painted Steel (P221), Skyline 10T, Indirect Lighting
Wall	Haifine Etched Stainless Steel (SE1172)
Car Doors	Haifine Etched Stainless Steel (SE1172)
Operating Panel	OPPA241B / OPPA241W (Haifine-Finished, Stainless Steel)
Indicator	PH-D10
Handrail	Stainless Steel 1 Pipe / Polished (1B)
Flooring	Sense Tile (TN240C)

Notes: 1. Finished product may vary slightly from these prints.  
2. The ceiling may vary slightly in height and lighting.  
3. The lighting may vary depending on the capacity.

### | CAGE DESIGN |

Ceiling	CDEB1B: Acryl Lens, Painted Steel (P222)
Wall	Haifine Etched Stainless Steel (SE11B9)
Car Doors	Haifine Etched Stainless Steel (SE11B9)
Operating Panel	OPPA240B
Indicator	PH-D600
Handrail	Stainless Steel 1 Pipe (1A)
Flooring	Polyvinyl Tile (TN2401C, TN2406C)

Notes: 1. Finished product may vary slightly from these prints.  
2. The ceiling may vary slightly in height and lighting.  
3. The lighting may vary depending on the capacity.





| FRONT VIEW |



| REAR VIEW |



| FRONT VIEW |



| REAR VIEW |

| CAGE DESIGN |

Ceiling	C2253A, Painted Steel (P221, P222), Skyline 101, LED Down Light
Wall	Haifine Etched Stainless Steel (SE1189), Haifine-Finished Stainless Steel
Car Doors	Haifine Etched Stainless Steel (SE1189)
Operating Panel	OPPA2409 / OPP-A2409W (Haifine-Finished, Stainless Steel)
Indicator	PH0110
Handrail	Stainless Steel   Pipe + Coated Chrome Bracket (1B)
Flooring	Polyvinyl Tile (DTE2241, DTE2246)

**Notes:** 1. Finished product may vary slightly from these prints.  
2. The left may vary depending on the capacity.  
3. The right may vary depending on the capacity.

| CAGE DESIGN |

Ceiling	C2251C, Acryl, Painted Steel (P221)
Wall	Mirror-Finished Stainless Steel   Haifine Etched Stainless Steel (SE1673)
Car Doors	Haifine Etched Stainless Steel (SE1673)
Operating Panel	OPPA2418
Indicator	PH0110
Handrail	Stainless Steel   Pipe + Coated Chrome Bracket (1B)
Flooring	Polyvinyl Tile (TW222C, TW2601C)

**Notes:** 1. Finished product may vary slightly from these prints.  
2. The left may vary depending on the capacity.  
3. The right may vary depending on the capacity.



| FRONT VIEW |



| REAR VIEW |

| CAGE DESIGN |

Ceiling	CD251A, Painted Steel (P022), Acryl, Connective Air Sterilization System
Wall	Hardline-Finished Stainless Steel, Mirror-Etched Stainless Steel (SE 1184)
Car Doors	Mirror-Etched Stainless Steel (EEC008)
Operating Panel	OPN20241B (Mirror-Finished Stainless Steel)
Indicator	PH-D110 (Dot Type)
Handrail	Stainless Steel 1 Pipe + Aluminum die casting (1/A)
Flooring	Marble

Notes: 1. Finished product may vary slightly from these prints.  
2. The glass may vary depending on the capacity.  
3. The sight may vary depending on the capacity.

| Ceiling



CD251A  
P022 / Acryl / Connective Air Sterilization System



CD253A  
P021, P022 / SHINE 1017 / LED Down Light



CD451B  
P022



CD516B  
Indirect Lighting / Connective Air Sterilization System



CD519D  
Indirect Lighting / Mirror-Etched Steel / Connective Air Sterilization System



CD597A  
P007, Lusterless Mirror / Style 1017 / Indirect Lighting

| LED Ceiling



CD299B  
P023 / LED Light / LED Down Light / Style 1017 / Mirror-Etched Steel



CD569A  
Aluminum / Acryl / Silver / LED Lighting / Daylight / Anion Air / Cleanest



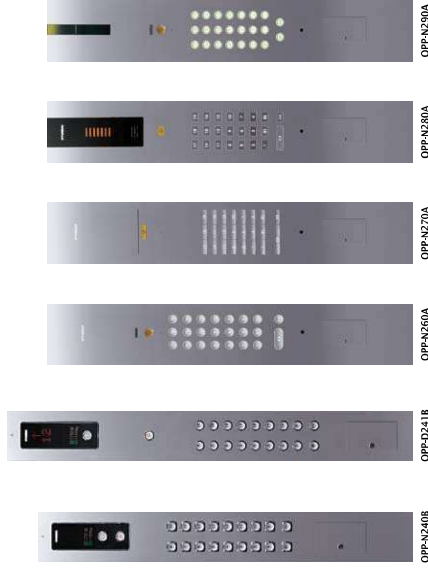
Sectional View



Sectional View

Notes: 1. Finished product may vary slightly from these prints.  
2. The glass may vary depending on the capacity.  
3. If car wall is stainless steel, P019 is recommended. The other materials need to be specified separately.

## Car Operating Panels



OPP-N250A

OPP-N280A

OPP-N260A

OPP-D2418

OPP-N2408

## Position Indicators



PHD110 (Doc Matrix Type)

PHD600 (Doc Matrix Type)

PH5100 (Doc Matrix Type)

PH5100 (Doc Matrix Type)

## Handrail



FL Stainless Half-line (Flat Bar)

IR (1 Pipe Stainless Polished)

IDV (Archival) (Pipe, Ivory)

IDV (Archival) (Pipe, Wood Shave)

IR (2 Pipe Stainless Polished)

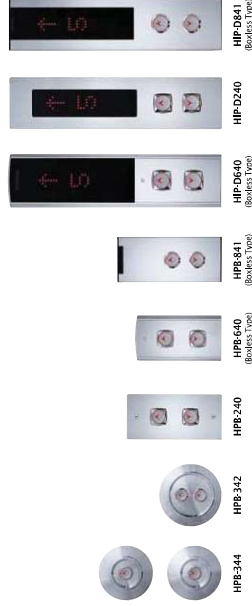
IR (2 Pipe Stainless Polished)

IDV (Archival) (Pipe, Ivory)

IDV (Archival) (Pipe, Wood Shave)

Notes: 1. \* means optional feature. 2. Finished product may vary slightly from these prints. 3. If one of the above handrails is applied for the disabled elevators, FL and IDV are not available.

## Hall Buttons



HBP-344

HBP-342

HBP-240

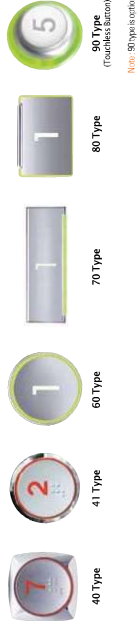
HBP-640

HBP-841

HBP-D240

Notes: 1. Finished product may vary slightly from these prints.  
2. Boxless Type-80 type button cannot be supplied.  
3. If car key system is applied, please select this box type hall buttons car key system can not be supplied on boxless hall buttons.

## Buttons



40 Type

41 Type

60 Type

70 Type

80 Type

90 Type

90 Type

90 Type

## Remote Elevator Calling Button (Optional)

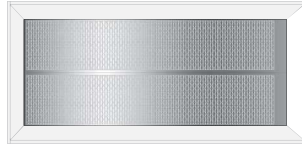


HBEH2T

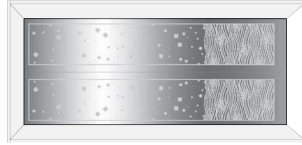
HBEH5A

To minimize waiting time at a special floor, the remote elevator calling button can be installed in an office (e.g. Secretary for a CEO office or in the penthouse (e.g. Penthouse for Executives or Government Officials or Special Guest) or in a high-rise apartment.

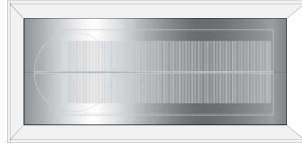
## Entrance (Etching)



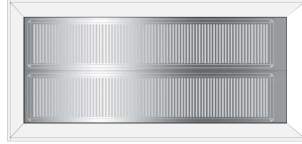
EE001  
(SE095)



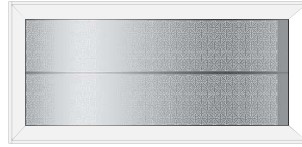
EE002  
(SE692)



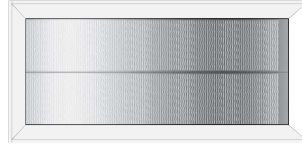
EE003  
(SE691)



EE005  
(SE614)



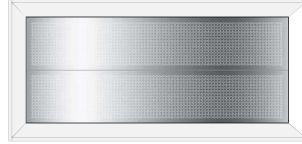
EE006  
(SE743)



EE007  
(SE1168)



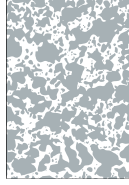
EE008  
(SE1171)



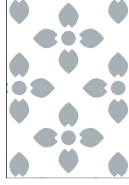
EE009  
(SE1172)



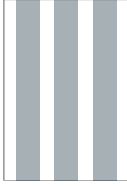
SE403



SE409



SE424



SE439



SE785



SE859



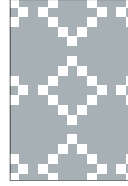
SE928



SE1168



SE1169



SE1172



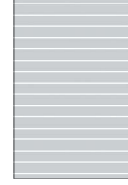
SE1184



SE1589



SE1590



SE1591 (1 mm line by 6 mm spaces)



SE1673

Notes: 1. The different line width (e.g., 1 mm) is available for car doors and entrance patterns.  
2. If the entrance pattern is applied for fire protection doors, the left door is 20 mm larger than the right one. Consult Hyundai.

Notes: 1. If different from actual size  
2. All ... Entrance pattern  
... Entrance pattern

## Car Operating Panels

### Car and Door Size

## Standard & Optional Features

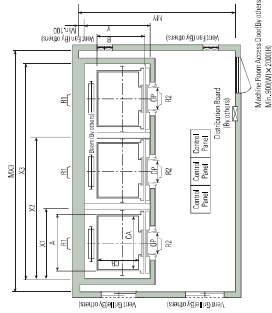
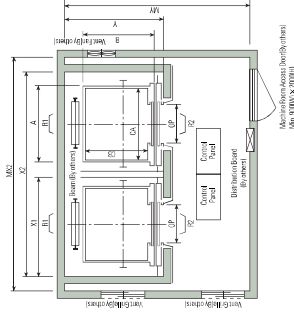
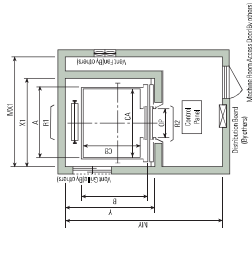
○ Standard ★ Optional

Items	Descriptions	Marks
1) Selective collective	The first call determines the direction of the elevator. All calls opposing the respective direction are serviced after carrying out by the calls of the respective direction.	○
2) Duplex selective collective	2 units of elevator provide the effective service for the common hall calls.	★
3) Automatic bypass	When a car is 80% loaded, it will automatically bypass all hall calls as the bypass load weighing device is activated.	○
4) Arrival Voice	It provides an audible indication in the car that an elevator is about to arrive.	○
5) Signal fixtures	Dot matrix (stop/moving direction) Hall lantern	○ ★
6) Single-side safety edge of door	Contact with a passenger or inanimate object causes the doors to stop and reopen automatically. The elevator doesn't start if the door is not completely closed.	○
7) Ventilation fan	Car ventilation is smooth with ventilation fan built-in the ceiling.	○
8) Emergency car lighting	In case of a power failure, it automatically turns on the emergency light in the car.	○
9) Automatic interruption of light and ventilation fan	The lights and ventilation fan are automatically turned off to save energy if there is no call registered for a period of time. If there is a call registered again, it works again.	○
10) Car door interlock switch	When the door is opened, the switch installed at the door operator is activated and keeps the car from moving. During the operation of car, it locks the door completely so as not to open the door from outside.	○
11) Overload features	To protect the overload of an elevator, this device sounds a buzzer and the elevator remains stopped at that floor when the number of passengers exceeds the rated capacity. When the excess number of passengers get out of the car, the buzzer stops and the elevator door closes.	○

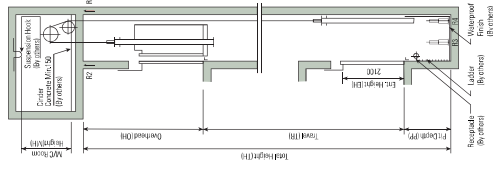
**Notes** Consult Hyundai if you need the specific features except the above items.

Items	Descriptions	Marks
12) Safety drive	During the operation if the car stops between floors, and safety device doesn't work, the car automatically moves to the nearest floor with the low speed. Then, it opens the door to allow the passengers to exit off.	○
13) Multi-beam door protection	Multi-beam from the top to the bottom of the door senses any obstruction caught in the door. It makes the door reopen and stay open until the obstruction is removed.	★
14) Fire emergency service	When a fire breaks out, all cars activated by the switch or fire detector are immediately called to a specified rescue floor for the passenger's safety.	★
15) Anti-nuisance	Evaluates the number of people on the car and compares that value to the number of the car calls registered. If the number of car calls exceeds the number of people in the car by the load sensor, the car call exceeding the number of passengers will be cancelled after service nearest call only.	★
16) Voice synthesizer	A voice synthesizer with microprocessor makes announcements to inform passengers of various conditions, including landing floor and operation direction, etc.	○
17) Fireman's emergency service	When the fireman's switch located at the main floor lobby and operating panel on the car is activated during a fire or other emergency, a designated car can be called back to a specified floor for fire fighting service.	★
18) HELMON (Hyundai Elevator Computer Monitoring) System	This system has various functions, like elevator monitoring and control by a personal computer and modem.	★
19) Attendant service	It is activated when the attendant turns on the ATT switch in the car operating panel to "ON" position.	★
20) Earthquake operation	When the seismic sensor detects an earthquake that exceeds a predetermined level, all cars promptly proceed to park at the nearest floor and park with the doors open to allow passengers to exit car safely.	★
21) Parking	With the use of the parking switch on the hall button, the car can be parked at a specified floor, during nights and holidays.	★

## Plan of Hoistway & Machine Room



## Section of Hoistway



## Standard Dimensions &amp; Reactions

Speed (m/sec)	Capacity Persons	Clear Opening		Car		Hoistway			M/C Room			M/C Room Reaction (kg)			Pit Reaction		
		OP	CB	Int	Ext	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	R1	R2	R3	R4	R5	
1	4	800	1400	1451	1005	1880	3700	5620	1020	4000	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
	8	550	800	1400	1020	1458	1185	1880	3700	5650	1610	3000	4000	3400	4250	2250	4000
	9	400	800	1400	1120	1447	1295	1880	3700	5650	1710	3000	4000	3500	4100	2450	6300
1.5	10	700	800	1400	1250	1445	1405	1880	3700	5650	1800	4000	4000	3500	4100	2700	5100
	11	750	800	1400	1350	1440	1505	1880	3700	5650	1930	4000	4000	3700	4350	2800	7100
	13	900	800	1400	1525	1440	1555	2050	4200	6350	1980	3200	4400	3800	3790	5100	6000
1.75	10	900	1600	1500	1460	1655	2050	4200	6350	2120	3200	4400	3800	3850	5450	4200	6600
	17	1150	1000	1800	1550	1700	1670	2350	4800	7250	2180	2630	4700	7500	3700	5100	8700
	20	1500	1000	1800	1550	2100	1570	2350	4800	7250	2600	3900	5250	8300	4200	6000	12200
2.5 max	20	1500	1100	2000	1600	2100	1670	2550	5200	7850	2180	2980	5250	8300	4800	7800	6000
	24	1600	1100	2000	1750	2100	1928	2550	5200	7850	2420	2900	5400	8500	4800	8500	13400
	2158	1600	1100	2000	1770	2100	1928	2550	5200	7850	2600	3900	5250	8300	4800	8500	13400

**Notes:**

1. Above dimensions are based on "Exterior Finish, for application to floors." (Exterior Finish, the below dimensions shall be at least 5/8" dry considering the shaping of the eyebrows).
2. Above dimensions are based on "Interior Finish, for application to walls, ceilings, and floors." (Interior Finish, the below dimensions shall be at least 5/8" dry considering the shaping of the eyebrows).
3. When no standard height and dimensions are required, use the leaded glass, ornate doors.
4. The capacity in grams is calculated as follows: Capacity (GMS) = (Weight per cubic inch) x (Volume in cubic inches) x (Conversion factor).
5. Above dimensions are applied as the door is standard. The door for protection door has the door opening is now 1000 mm is applied, because size of 2 m size for the height and about 100 mm, the machine room size is shown about 100 mm.
6. Because of 2m size and 2 m size, the height and about 100 mm, the machine room size is shown about 100 mm.

Speed (m/sec)	Overhead (O.H)	Pit (PP)	M/C Room Height (MH)
1	4600	1500	2200
1.5	4800	1800	2400
1.75	5000	2100	2600
2	5000	2100	2600
2.5	5500	2400	2600

**Notes:** 1. Machine room temperature should be maintained below 40°C with ventilating fan and/or air conditioner (if necessary) and humidity below 90%.

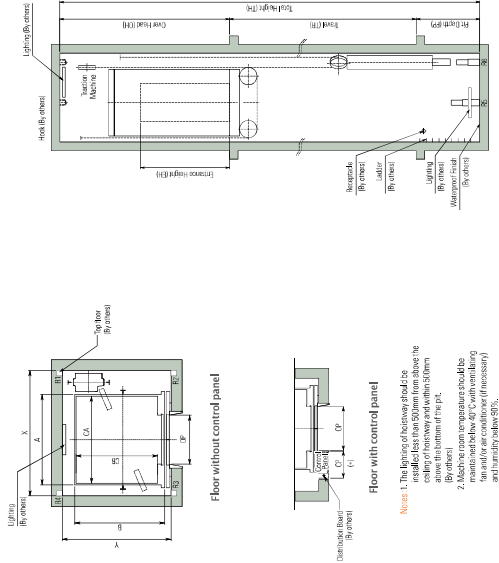
2. The minimum hostway dimensions are shown on the above table. Therefore, some allowances should be made considering the slipping of the hoistways.

3. The minimum machine room height should be 2800mm in case of the traction machine with double isolation post.

4. For sheaves (1:2) roping elevators, the minimum machine room height should be 2400mm.

Plan of Hoistway (8~ 38 Persons)

Section of Hoistway



**Notes:**

- The layout of hoistway should be installed less than 50mm from above the ceiling of hoistway and within 50mm from the bottom of pit.
- Machine room temperature should be maintained below 35°C with ventilation and humidity below 50%.

Standard Dimensions (8~ 38 Persons)

Speed (m/sec)		Capacity (Persons)		Clear Opening (mm)		Car (mm)		Hoistway (mm)		Motor (kW)		MC Room Reaction (kg)		Pit Reaction (kg)		Pit Control (mm)			
Speed (m/sec)	Capacity (Persons)	Clear Opening (mm)	Car (mm)	Hoistway (mm)	Motor (kW)	MC Room Reaction (kg)	Pit Reaction (kg)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)	Pit Control (mm)		
1.5	8	550	800	1300 x 1100	1360 x 1250	2050	700	5.1	4200	2100	1500	600	7000	1400	3800	1500	500		
1.75	1							5.9							1.5	3900	1800	500	
1								3.7							1.75	4000	2100	500	
1.5	9	600	800	1300 x 1190	1360 x 1340	2050	1800	5.6	4100	2100	1400	600	7000	1400	2.5	4300	2200	500	
1.75	1							6.5							1.5	4400	2400	500	
1								4.3							0.75	4200	1500	500	
1.5	10	700	800	1300 x 1300	1360 x 1420	2050	1800	6.5	4500	2300	1700	650	7800	1400	1.5	4300	1800	600	
1.75	1							7.5							2	4800	2200	600	
1								6.6							2.5	5100	2400	600	
1.5	11	750	800	1300 x 1400	1360 x 1550	2050	1800	6.9	4800	2300	1750	700	8100	1700	1.5	4500	2100	600	
1.75	1							8.1							2	4800	2200	600	
1								5.7							0.75	4400	1750	500	
1.5	13	900	900	1500 x 1400	1560 x 1550	2200	1800	8.6	5100	2500	1800	750	9200	1900	1	4500	1900	600	
1.75	1							10							1.5	4600	2100	600	
2	1							11.5							1.75	4800	2300	600	
2.5	1							12.5							0.75	5000	1750	600	
1								4.5							38	1.5	5100	1900	600
1.5	15	1000	900	1400 x 1400	1460 x 1555	2300	1800	12.2	5400	2700	1900	800	9800	2000	1.75	5200	2100	600	
2	2							13.8							1.5	5100	1900	600	
2.5	2							15.6							1.75	5200	2100	600	
1.5	1							7.1							1	4500	1900	600	
1.75	17	1150	1000	1800 x 1400	1900 x 1570	2400	1400	10.6	6300	3400	2300	900	12300	2500	2	4800	2200	600	
2	2							12.4							1.75	4800	2200	600	
2.5	2							14.1							0.75	4400	1750	500	
1								16.7							1.5	4500	1900	600	
1.5	20	1350	1000	1800 x 1600	1900 x 1770	2400	1400	14.5							1.75	4800	2200	600	
1.75	2							16.6							0.75	4400	1750	500	
2.5	2							18.2							1.5	4500	1900	600	
1								19.7							1.75	4800	2200	600	
1.5	24	1600	1100	2000 x 1400	2100 x 1770	2400	1400	16.6	8200	4400	2400	1200	14500	2100	1	4500	1900	600	
1.75	2							18.2							1.5	4500	1900	600	
2	2							19.7							1.75	4800	2200	600	
1								20.7							0.75	4400	1750	500	
1.5	27	1750	1200	1400 x 2300	1700 x 2507	2400	1850	17.2	8600	4900	2700	1200	15200	2200	1	4500	1900	600	
1.75	2							18.2							1.5	4500	1900	600	
2	2							19.7							1.75	4800	2200	600	
1								20.7							0.75	4400	1750	500	
1.5	30	2000	1200	2100 x 1900	2200 x 2107	3000	2550	18.4	9100	4700	3300	1300	16800	3300	1	4500	1900	600	
1.75	1							21.5							1.5	4500	1900	600	
1								15.4							1.75	4800	2200	600	
1.5	38	2500	1400	2200 x 2200	2300 x 2407	3300	3850	22	10300	5300	3300	1600	24000	2700	1	4500	1900	600	
1.75	1							26.9							1.5	4500	1900	600	

**Notes:**

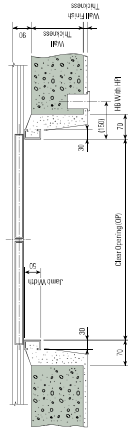
- When reaction-capabilities and dimensions including fire protection door are required to meet fire load tests, please consult Hyundai.
- When fire load test is required, dimensions are shown at the above table. Therefore, some allowances should be made considering the height of the hoistway.
- If the height of floor is over 11m, please consult Hyundai as to the needs for emergency vent.
- When fire load test is required, dimensions including fire protection door are required to meet fire load tests, please consult Hyundai.
- If the height of floor is over 11m, please consult Hyundai as to the needs for emergency vent.
- When fire load test is required, dimensions including fire protection door are required to meet fire load tests, please consult Hyundai.
- When fire load test is required, dimensions including fire protection door are required to meet fire load tests, please consult Hyundai.



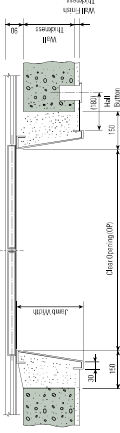




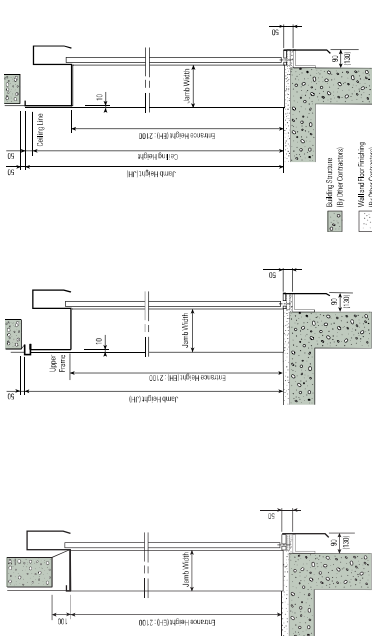
## Plan of Entrance



JP500 Type



JP100, JP200 Type



JP100 Type

JP200 Type (with upper frame)

JP200 Type (without upper frame)

Note: The dimension (H) is applied for 2m rise and cove.

## Works To Be Done By Other Contractors

The following works are not included in the elevator contract, and shall be done by other contractors in accordance with the Hyundai Elevator's drawings and the applicable codes and regulations. The reference rules shown are from Code ANSI.

### Building Work

#### Hoistway

1. Clear, plumb hoistway with fire resistant heavy wall as required by the applicable code. (Rule 100.1a)
2. 75° bond guards on all inspections, recesses, or setbacks over 50mm except on side used for loading or unloading. (Rule 100.6)
3. Venting of the hoistway as required by the applicable code or responsible authority. (Rule 100.4)
4. Support for rail brackets at each floor, roof, and machine room. (Rule 200.9)
5. Maximum allowable vertical spacing of rail supports without backing. (Rule 200.4 and 301.1) (Divide 100mm between hoistway at each floor and roof, for guide rail bracket supports. (Rule 200.4, 200.9 and 301.1))
6. Recesses supports and patching as required to accommodate rail button boxes, signal frames, etc.
7. Dry pit reinforced to sustain normal vertical forces from cable and buffers. (Rule 100.1b and 100.10) (Consult Hyundai Elevator Company for rail forces and buffer impacts. Where there is space below the pit floor that can be occupied, consult Hyundai Elevator Company for special requirements. (Rule 300.4) Cylinder hole, castings under the pit as required, and backfilling around the cylinder castings when direct pit type is to be installed.
8. Where access to the pit is by means of the lowest hoistway entrance, vertical rail bracket extension 150mm minimum above rail access door. (Rule 100.16)
9. Entrance wall and finished floor are not to be connected until after door frames and rails are in place. Door frames are to be anchored to walls and properly grouted in place to maintain rigid tie-in.
10. For application as indoor or outdoor observation elevator, a glass enclosure of at least 3.0m in height at the bottom landing is recommended for safety. For use as an outdoor observation elevator a full-height glass enclosure is required.

### Electrical Work

#### Hoistway

1. Light outlet for each elevator, in center of hoistway (or in machine room) as indicated by Hyundai Elevator Company.
2. Convenience outlet and light fixture in pit with switch located adjacent to the access door. (Rule 100.1a)
3. Wiring and piping work of emergency hall, interphone, etc. Outside the hoistway and the machine room.

#### Machine Room

4. Lighting, convenience outlets, ventilation, heating of machine room, and machinery space. (Rule 100.15)
5. Temperature should be maintained below 49° by a ventilating fan and/or air conditioner, if necessary, and humidity below 80%.
6. A fused disconnect switch or circuit breaker for each elevator and light switch located per the applicable code and where practicable located adjacent to the door of the machine room. (Rule 210.5 and 306.7)
7. Feeder and branch wiring to the controller, including main-line switch and convenience outlets.
8. Suitable power feeder and branch wiring circuits as required for elevators with power-operated doors, including disconnect switch or circuit breaker.

### Emergency Provisions

9. Elevator frames and other emergency services wiring and interconnections to automatic sprinkler systems or heat and smoke sensing devices furnished by others and installed to terminal points on the elevator controllers.
10. When emergency power operation of elevators is required, the electrical contractor should coordinate with Hyundai Elevator Company or local distributor for operation requirements.
11. Elevator frames and other emergency service requirements may differ from each country. Consult Hyundai Elevator Company or local distributor for other local requirements.
12. When provisions for earthquake protection are required, consult Hyundai Elevator Company for special requirements.

### Heat Emission of Machine Room

$$Q(\text{Kcal/h}) = W \times V \times \Delta T \times N$$

W: Quantity (kg)    V: Speed (m/sec)  
F: Factor (1-40) WVF    N: Number of cars

## Electric Power Requirements (By others)



Persons (kg)	Speed (m/sec)	Motor (kW)		MC3 (A)		Power (kVA)		Cable (mm²)		Earth (mm²)	
		Icar	Icar	Icar	Icar	Icar	Icar	Icar	Icar	Icar	Icar
4/450	1.5	5.5 (2.9)	20 (20)	30 (20)	4 (3)	7 (5)	4 (4)	6 (4)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
	1.75	7.5 (4.2)	20 (20)	30 (20)	6 (4)	10 (8)	4 (4)	6 (4)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
8/550	1.5	7.5 (5.4)	20 (20)	40 (40)	7 (5)	9 (6)	4 (4)	6 (4)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
	1.75	7.5 (5.3)	20 (20)	30 (40)	7 (5)	13 (10)	4 (4)	6 (4)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
9/600	1.75	11 (5.5)	30 (20)	50 (40)	8 (6)	15 (11)	6 (4)	16 (10)	6 (4)	16 (10)	6 (4)
	1.5	11 (5.6)	30 (20)	50 (40)	8 (6)	14 (11)	6 (4)	16 (10)	6 (4)	16 (10)	6 (4)
10/700	1.75	11 (6.5)	30 (20)	50 (40)	9 (7)	16 (12)	6 (4)	16 (10)	6 (4)	16 (10)	6 (4)
	1.5	7.5 (4.3)	20 (20)	40 (40)	6 (5)	11 (8)	4 (4)	10 (6)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
11/750	1.75	11 (7.6)	30 (20)	60 (40)	9 (7)	19 (14)	6 (4)	16 (10)	6 (4)	10 (6)	6 (4)
	1.5	7.5 (4.4)	20 (20)	40 (30)	6 (5)	12 (9)	4 (4)	10 (6)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
13/900	1.5	11 (6.9)	30 (20)	50 (40)	10 (7)	17 (13)	6 (4)	16 (10)	6 (4)	6 (4)	6 (4)
	1.75	11 (8.1)	30 (20)	40 (50)	11 (9)	20 (15)	9 (6)	16 (4)	4 (4)	10 (10)	6 (4)
15/1000	2	16 (2)	30 (3)	50 (5)	10 (3)	1 (8)	6 (4)	1 (6)	6 (4)	1 (6)	6 (4)
	1	11 (5.6)	30 (20)	50 (40)	8 (6)	14 (11)	6 (4)	10 (6)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
17/1150	1.5	15 (8.3)	40 (50)	60 (50)	12 (9)	21 (16)	9 (6)	16 (10)	6 (4)	10 (10)	6 (4)
	1.75	15 (9.7)	40 (50)	75 (50)	14 (10)	24 (18)	9 (6)	25 (16)	6 (4)	10 (10)	6 (4)
19/1000	2	11 (1.1)	30 (3)	60 (6)	1 (2)	2 (1)	6 (4)	1 (6)	6 (4)	1 (6)	6 (4)
	2.5	11 (3.8)	50 (3)	10 (3)	1 (5)	2 (8)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	6 (4)
20/1350	1.5	11 (6.2)	30 (20)	50 (40)	9 (7)	21 (16)	6 (4)	16 (10)	6 (4)	6 (4)	6 (4)
	1.75	15 (9.2)	40 (50)	75 (50)	13 (10)	23 (18)	9 (6)	25 (16)	6 (4)	10 (10)	6 (4)
22/1600	1.75	15 (10.8)	40 (50)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	9 (6)	25 (16)	6 (4)	10 (10)	6 (4)
	2	11 (2.3)	60 (3)	1 (5)	1 (3)	2 (3)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	6 (4)
17/1150	2.5	11 (6.4)	50 (3)	10 (4)	1 (7)	2 (1)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	6 (4)
	1	11 (7.1)	30 (20)	50 (40)	10 (8)	18 (13)	6 (4)	16 (10)	4 (4)	6 (4)	6 (4)
20/1350	1.5	15 (10.6)	40 (50)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	9 (6)	25 (16)	6 (4)	10 (10)	6 (4)
	1.75	16 (11.2)	40 (50)	100 (60)	17 (13)	31 (22)	11 (6)	35 (20)	6 (4)	10 (16)	6 (4)
22/1600	2.5	10 (1.1)	60 (3)	1 (5)	1 (3)	2 (7)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	6 (4)
	2	10 (1.2)	60 (3)	1 (5)	1 (3)	2 (7)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	6 (4)
20/1350	1.5	15 (8.3)	30 (20)	40 (40)	12 (9)	21 (16)	9 (6)	16 (10)	6 (4)	6 (4)	6 (4)
	1.75	16 (11.5)	50 (40)	100 (75)	20 (15)	37 (28)	16 (10)	30 (20)	6 (4)	10 (10)	6 (4)
22/1600	2	11 (6.4)	60 (3)	1 (5)	1 (3)	2 (3)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	6 (4)
	2.5	12 (9.7)	75 (3)	1 (5)	1 (2)	3 (1)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	6 (4)
24/1600	1	15 (9.7)	40 (50)	75 (50)	14 (10)	25 (19)	9 (6)	25 (16)	6 (4)	10 (16)	6 (4)
	1.75	22 (11.4)	50 (50)	100 (75)	21 (16)	47 (36)	16 (10)	35 (20)	6 (4)	10 (10)	6 (4)
26/1600	1.5	22 (17.2)	40 (50)	125 (100)	24 (18)	43 (33)	16 (14)	35 (25)	6 (4)	16 (10)	6 (4)
	2	19 (7)	50 (3)	1 (5)	1 (2)	2 (7)	1 (6)	1 (5)	2 (6)	1 (6)	

**Notes:** 1. Above power requirement of 1.5 kW or more, consult a specialist.  
2. For lengths between 50 m or more, the following formula should be applied:  
$$\text{Cable size (mm}^2\text{)} = \frac{\text{Cable length (m)} \times \text{Size in the above table}}{50}$$
  
3. Above cable size as set in the range will result in electric fan ratings.  
4. Machine room temperature should be maintained below 40°C, with ventilation fan and air conditioner, and humidity below 55%.  
5. Data shown in 1 is applicable to the Machine Room-less elevators and gearless elevators.

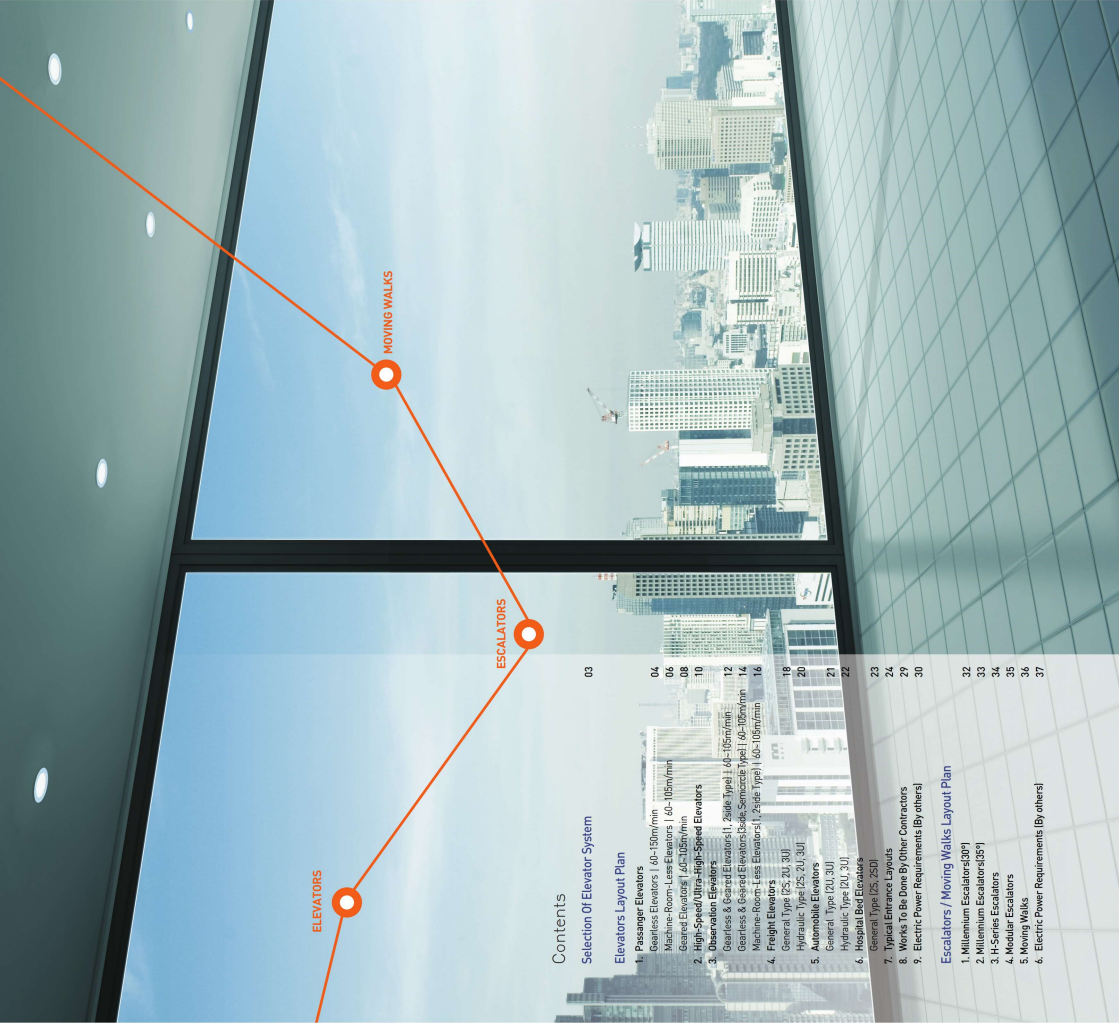
Persons (kg)	Speed (m/sec)	Motor (kW)		MCBS (A)		Power (kVA)		Cable (mm²)		Earth (mm²)	
		Tcar	Zcar	Tcar	Zcar	Tcar	Zcar	Tcar	Zcar	Tcar	Zcar
4/50	1.5	5.3 (4.2)	30 (20)	50 (40)	4.3 (3.3)	8 (6)	4 (6)	10 (6)	4 (6)	10 (6)	4 (6)
	1.75	7.5 (4.2)	40 (30)	75 (60)	6.6 (4.9)	12 (9)	6 (6)	16 (16)	6 (6)	16 (16)	4 (6)
9/50	1	5.3 (4.2)	30 (20)	50 (40)	5.3 (4)	9 (7)	4 (6)	14 (6)	4 (6)	14 (6)	4 (6)
	1.5	7.5 (5.1)	40 (30)	75 (60)	7.4 (6)	14 (11)	6 (6)	25 (16)	6 (6)	25 (16)	4 (6)
9/60	1.75	11 (5.9)	40 (30)	75 (60)	9.2 (7)	17 (13)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	25 (16)	4 (6)
	1	5.3 (3.7)	30 (20)	60 (50)	5.6 (4.6)	10 (8)	4 (6)	16 (16)	4 (6)	16 (16)	4 (6)
10/70	1.5	11 (5.4)	40 (30)	100 (60)	8.6 (6.5)	15 (12)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	25 (16)	4 (6)
	1.75	11 (6.6)	40 (30)	100 (60)	10.7 (8)	18 (14)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	25 (16)	4 (6)
11/750	1	7.5 (4.3)	30 (20)	40 (30)	6.7 (5.1)	12 (9)	6 (6)	16 (16)	4 (6)	16 (16)	4 (6)
	1.5	11 (6.5)	40 (30)	100 (60)	10.7 (8)	18 (14)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	25 (16)	4 (6)
11/750	1.75	11 (6.4)	50 (40)	100 (75)	11.7 (8.8)	21 (16)	16 (6)	35 (25)	6 (6)	35 (25)	6 (6)
	1.5	7.5 (4.4)	30 (20)	40 (50)	7.2 (5.4)	13 (10)	6 (6)	16 (16)	4 (6)	16 (16)	4 (6)
13/900	1.5	11 (6.9)	50 (40)	100 (75)	10.7 (8.1)	19 (15)	10 (6)	35 (25)	6 (6)	35 (25)	6 (6)
	1.75	11 (8.1)	50 (40)	100 (75)	12.5 (9.9)	22 (17)	14 (10)	35 (25)	6 (6)	35 (25)	6 (6)
15/1000	2	16 (2)	140 (1)	75 (50)	10 (8)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	1	11 (5.6)	40 (30)	75 (60)	8.6 (6.5)	15 (12)	10 (4)	25 (16)	6 (6)	25 (16)	4 (6)
17/1150	1.5	15 (8.3)	50 (40)	100 (75)	12.9 (9.7)	22 (18)	16 (10)	30 (25)	6 (6)	30 (25)	6 (6)
	1.75	15 (9.7)	40 (50)	125 (100)	15.1 (11)	27 (20)	16 (10)	50 (50)	10 (6)	50 (50)	10 (6)
19/1000	2.5	11 (3.1)	150 (1)	100 (1)	1 (3)	1 (2)	1 (4)	1 (3)	1 (6)	1 (6)	1 (6)
	2.5	13 (8)	130 (1)	50 (1)	16 (2)	1 (2)	1 (1)	1 (2)	1 (4)	1 (6)	1 (6)
19/1000	1	11 (6.2)	40 (30)	75 (60)	9.6 (7.2)	17 (13)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	25 (16)	4 (6)
	1.5	15 (9.2)	40 (50)	125 (100)	14.3 (10.8)	24 (19)	16 (10)	35 (25)	10 (6)	35 (25)	10 (6)
17/1150	2	17 (2)	160 (1)	125 (100)	16.7 (12.6)	30 (22)	16 (16)	50 (50)	10 (6)	50 (50)	10 (6)
	2.5	15 (4)	120 (1)	50 (1)	1 (1)	1 (2)	1 (4)	1 (4)	1 (5)	1 (1)	1 (5)
17/1150	1.5	11 (7.1)	50 (40)	100 (75)	11 (8.2)	20 (15)	10 (6)	35 (25)	6 (6)	35 (25)	6 (6)
	1.75	15 (10.4)	75 (60)	125 (100)	16.5 (12.4)	30 (22)	16 (10)	50 (50)	10 (6)	50 (50)	10 (6)
20/1350	2	14 (1)	170 (1)	100 (150)	1 (2)	1 (4)	35 (26)	70 (50)	10 (10)	25 (25)	10 (10)
	2.5	17 (7)	140 (1)	75 (1)	1 (6.5)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)
20/1350	1.5	18 (12.5)	75 (60)	100 (175)	12.9 (9.7)	23 (18)	16 (10)	35 (25)	6 (6)	35 (25)	6 (6)
	1.75	21 (14.9)	100 (60)	200 (125)	22.6 (17.1)	41 (31)	25 (16)	90 (50)	16 (10)	35 (25)	16 (10)
21/1400	2	16 (4)	170 (1)	100 (150)	1 (9)	1 (4)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (2)
	2.5	19 (2.7)	150 (1)	100 (1)	1 (4)	1 (2)	1 (4)	1 (2)	1 (4)	1 (2)	1 (4)
21/1400	1	15 (9.9)	40 (50)	125 (100)	15.3 (11.5)	26 (21)	16 (10)	50 (50)	10 (6)	50 (50)	10 (6)
	1.75	22 (11.7)	100 (70)	200 (125)	22.9 (17.3)	41 (31)	35 (25)	90 (50)	16 (16)	90 (50)	16 (16)
21/1400	1.5	21 (14.2)	100 (80)	200 (150)	24.8 (20.1)	48 (36)	35 (25)	90 (50)	16 (16)	90 (50)	16 (16)
	2	19 (7)	180 (1)	100 (1)	1 (7.3)	1 (2)	1 (4)	1 (3)	1 (4)	1 (3)	1 (4)
21/1400	2.5	26 (4)	180 (1)	175 (1)	1 (7.5)	1 (2)	1 (3)	1 (3)	1 (4)	1 (3)	1 (3)
	2.5	26 (4)	180 (1)	175 (1)	1 (7.5)	1 (2)	1 (3)	1 (3)	1 (4)	1 (3)	1 (3)

**Notes:**

1. Above power factor is present for the length of dipole wire up to 50 cm
2. Above power factor is present for electric machine to operate.
- For the length beyond more than the following form has to be applied.
3. Above cable size will come as per inside electrical ratings.

$$\text{Cable (section)} = \frac{\text{Cable length} \times \text{Size at the above rating}}{50}$$



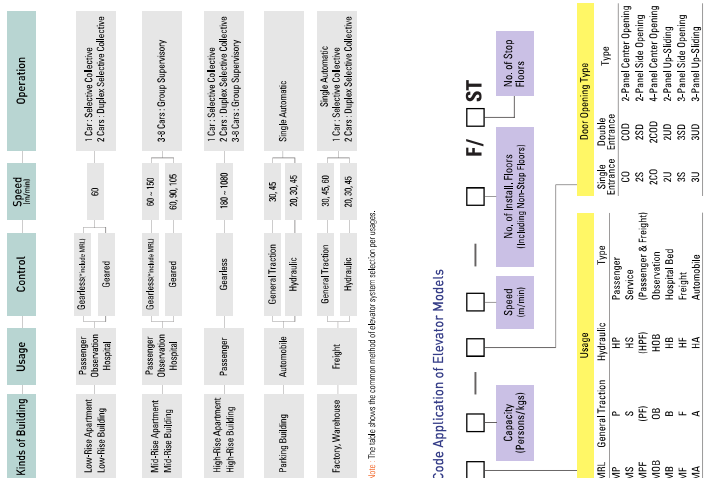


# Selection of Elevator System

The selection of elevators should be made in consideration of the building type/scale, tenant characteristics, elevator usage and the anticipated passenger carrying capacity at the building's traffic peak time.

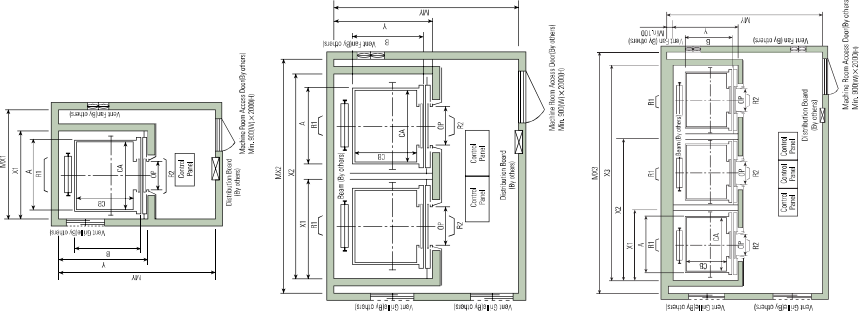
Hyundai elevators are available from hydraulic elevators to low-medium and high-speed traction elevators, covering the full range of vertical transportation requirements.

And a variety of functional and attractive designs per usages, such as passenger, service, observation, hospital bed, freight and automobile elevators are offered for architects' and customers' flexible applications.

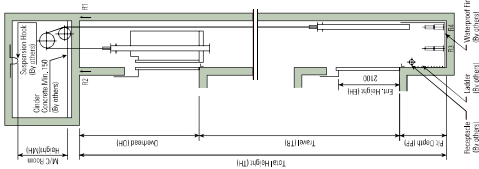


Note: MRL Machine Room-Less

Plan of Hoistway & Machine Room



Section of Hoistway



Standard Dimensions & Reactions

Speed (m/min)	Capacity		Clear		Car		Hoistway				M/C Room				M/C Room	
	Persons		Op		Internal		External		1Car		2Cars		3Cars		M/C Room	
	kg	CA > CB	CA > CB	A x B	X1	X2	X3	Y	MX1	MX2	MX3	MY	R1	R2		
60	6	450	800	1400×850	1440×1005	1800	3700	5400	1430	2000	4000	6000	3200	3400	2000	
	8	550	800	1400×1030	1440×1185	1800	3700	5400	1510	2000	4000	6000	3400	4050	2250	
	9	600	800	1400×1130	1440×1285	1800	3700	5400	1710	2000	4000	6000	3500	4100	2450	
90	10	700	800	1400×1250	1440×1405	1800	3700	5400	1830	2000	4000	6000	3600	4200	2700	
	11	750	800	1400×1350	1440×1505	1800	3700	5400	1930	2000	4000	6000	3700	4350	2800	
	13	900	900	1600×1350	1640×1505	2050	4200	6350	1980	2300	4400	6800	3750	5100	3750	
105	15	1000	900	1600×1500	1640×1655	2050	4200	6350	2130	2300	4400	6800	3850	5450	4300	
	17	1150	1100	1800×1500	1900×1670	2350	4800	7250	2180	2600	4900	7500	3900	6000	5100	
				2000×1350	2100×1520	2550	5200	7850	2030	2800	5250	8300	3800	6400		
150	20	1350	1100	1800×1700	1900×1870	2350	4800	7250	2380	2600	4900	7500	4200	7600	6000	
				2000×1500	2100×1670	2550	5200	7850	2180	2800	5250	8300	4000			
				2000×1750	2100×1920	2550	5200	7850	2430	2900	5400	8300	4300	8500	6800	
	24	1600	1100	2150×1600	2250×1770	2700	5500	8300	2280	3000	5650	8700	4200			

- Notes:
1. Above hoistway dimensions are based on 15-stories buildings. For application to over 15-stories buildings, the hoistway dimensions should be increased by 100mm for every 5 stories.
  2. Above dimensions are based on gearless elevators. For application to gear elevators, consult Hyunda.
  3. When non-static capacities and dimensions are required to meet the local code, consult Hyunda.
  4. The capacity in persons is calculated as (Capacity/680) (kg/70kg person).
  5. The capacity in persons is calculated as (Capacity/680) (kg/70kg person).
  6. In case of 1200mm and 1500mm, the dimension of X1 is X1 plus 100mm.

Speed (m/min)	Overhead (OH)	HT (PT)	M/C Room Height (MH)
60	4600	1500	2200
90	4800	1800	2400
105	5000	2100	2600
120	5000	2100	2600
150	5500	2400	2600

Notes:

Machine room temperatures should be maintained below 30°C with ventilation fan and/or air conditioner (if necessary) and humidity below 50%.

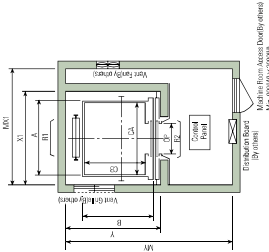


## Machine-Room-Less Elevators | 60~105m/min

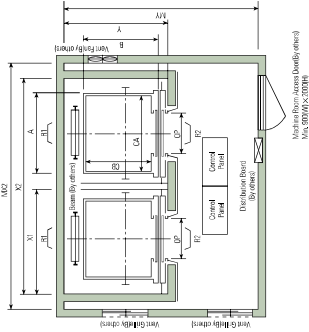
## 7



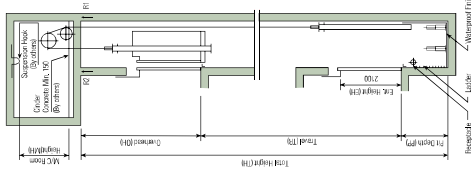
Plan of Hoistway & Machine Room



Note: Make sure the temperature inside the machine room is below 40°C with an indoor air speed of at least 0.3 m/s and a relative humidity below 95%.



Section of Hoistway



Standard Dimensions & Reactions

Speed (m/min)	Capacity Persons	kg	Clear Opening		Car			Hoistway			M/C Room			M/C Room				
			OP	CA × CB	A × B	Internal	External	1Car	2Cars	3Cars	Depth	1Car	MX1	MX2	MX3	MY	R1	R2
60	6	450	800	1400 × 850	1440 × 1005	1800	3700	5400	1430	2000	4000	6000	3200	3400	2000			
	8	550	800	1400 × 1030	1440 × 1185	1800	3700	5400	1610	2000	4000	6000	3400	4050	2250			
	9	600	800	1400 × 1130	1440 × 1285	1800	3700	5400	1710	2000	4000	6000	3500	4100	2450			
	10	700	800	1400 × 1250	1440 × 1405	1800	3700	5400	1830	2000	4000	6000	3600	4200	2700			
90	11	750	800	1400 × 1350	1440 × 1505	1800	3700	5400	1930	2000	4000	6000	3700	4350	2800			
	13	900	900	1600 × 1350	1640 × 1505	2050	4200	6350	1980	2300	4400	6800	3750	5100	3750			
	15	1000	900	1600 × 1500	1640 × 1655	2050	4200	6350	2130	2300	4400	6800	3850	5450	4300			
	17	1150	1000	1800 × 1500	1900 × 1670	2350	4800	7250	2180	2600	4900	7500	3900	6000	5100			
105	20	1350	1000	2000 × 1350	2100 × 1520	2550	5200	7850	2030	2800	5200	8300	3800	6400	6000			
			1100	2000 × 1350	2100 × 1520	2550	5200	7850	2030	2800	5200	8300	3800	6400	6000			
				2000 × 1500	2100 × 1670	2550	5200	7850	2180	2600	4900	7500	4200	7800	6000			
				2000 × 1750	2100 × 1920	2550	5200	7850	2430	2900	5400	8300	4300	8500	6800			
	24	1600	1100	2150 × 1400	2250 × 1770	2700	5500	8300	2280	3000	5450	8700	4200					

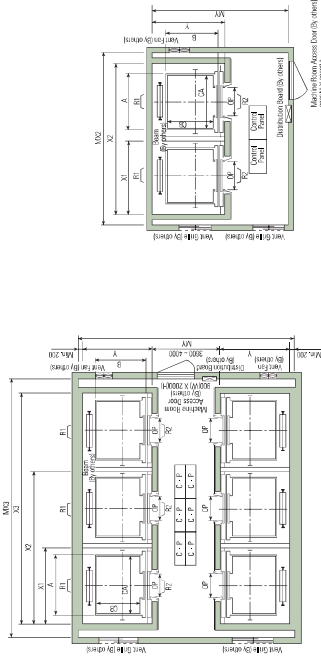
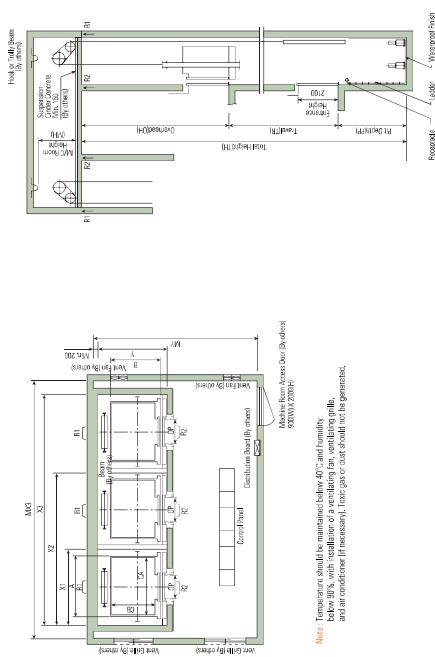
- Notes:**
- Above hoistway dimensions are based on 15-segment buildings, for application to over 15-segment buildings.
  - Above dimensions are based on normal opening doors. For applicable dimensions with side opening doors, consult Hyundai.
  - When non-standard capacities and dimensions are required to meet the local code, consult Hyundai.
  - The capacity in person is calculated at 60kg/person. (50kg for Japan person)
  - Dimensions are based on 1000mm width. To meet the projection rise is added, 10mm per 1 car should be applied above. X1: dimension plus 100mm.

Speed (m/min)	Overhead (OH)	Pit (PP)	M/C Room Height (MH)
60	4400	1500	2200
90	4800	1800	2400
105	5000	2100	2400

**Note:** This minimum hoistway dimensions are shown on the above table. Therefore, some allowance should be made considering the sloping of the hoistways.

# HIGH-SPEED/ULTRA-HIGH-SPEED ELEVATORS

## Gearless Elevators | 180~600m/min



## Standard Dimensions & Reactions

Speed (mm/min)	Capacity		Clear Opening	Car		Highway			M/C Road			Depth mm	M/C Road Rectangular	
	Persons	kg		Internal	External	1Car	2Cars	3Cars	1Car	2Cars	3Cars			
			OP	CA × CB	A × B	X1	X2	X3	X4	MX1	MX2	MX3	MX4	
180	13	900	900	1600 × 1350	1700 × 1570	2300	4550	6900	2200	2800	5500	7900	4500	
				1600 × 1400	1700 × 1620	2300	4550	6900	2250	2800	5500	7900	4500	
	15	1000	900	1600 × 1500	1700 × 1720	2300	4550	6900	2350	2800	5500	7900	4700	
				1600 × 1550	1700 × 1770	2300	4550	6900	2400	2800	5500	7900	4700	
	17	1150	1100	1800 × 1500	1900 × 1720	2500	4950	7500	2400	3000	6100	8800	4700	
240				2000 × 1350	2100 × 1570	2700	5350	8100	2250	3200	6200	9100	5000	
				1800 × 1700	1900 × 1920	2500	4950	7500	2450	3000	6100	8900	5000	
	180	20	1350	1000	1800 × 1730	1900 × 1950	2500	4950	7500	2450	3000	6100	8900	5000
				2000 × 1500	2100 × 1720	2700	5350	8100	2450	3200	6200	9100	5000	
				2000 × 1550	2100 × 1770	2700	5350	8100	2450	3200	6200	9100	5000	
300				2000 × 1600	2100 × 1820	2700	5350	8100	2450	3200	6200	9100	5000	
				2150 × 1600	2250 × 1920	3000	5650	8500	2300	3400	6500	9400	5000	
				2150 × 1670	2250 × 1990	3000	5650	8500	2350	3400	6500	9400	5000	
	20	1350	1100	1000	1800 × 1700	1900 × 1920	5100	7700	2700	6200	9100	6300		
				1800 × 1730	1900 × 1950	5100	7700	2700	6200	9100	6300			
340				2000 × 1550	2100 × 1720	5500	8300	2550	6500	9100	5900			
				2000 × 1550	2100 × 1720	5500	8300	2550	6500	9100	5900			
	200	1350	1100	1000	2000 × 1750	2100 × 1920	5500	8300	2450	6500	9100	6300		
				2000 × 1750	2100 × 1920	5500	8300	2450	6500	9100	6300			
				2150 × 1600	2250 × 1920	5700	8450	2500	6500	9400	5000			
420				2150 × 1670	2250 × 1990	5700	8450	2500	6500	9400	5000			
				1800 × 1700	1900 × 1920	5100	7700	2650	6200	9100	6300			
	20	1350	1100	1000	1800 × 1730	1900 × 1950	5100	7700	2700	6200	9100	6300		
				2000 × 1550	2100 × 1720	5500	8300	2550	6500	9100	5900			
				2000 × 1550	2100 × 1720	5500	8300	2550	6500	9100	5900			
480				2000 × 1550	2100 × 1720	5500	8300	2550	6500	9100	5900			
				2000 × 1550	2100 × 1720	5500	8300	2550	6500	9100	5900			
	240	24	1600	1100	2000 × 1750	2100 × 1920	5500	8300	2450	6500	9100	6300		
				2150 × 1600	2250 × 1920	5700	8450	2500	6500	9400	5000			
				2150 × 1670	2250 × 1990	5700	8450	2500	6500	9400	5000			
600				1800 × 1500		7800	2500		8900	6300				
	420	480	20	1350	1100	1000	2000 × 1750	2100 × 1920	5500	8300	2450	6500	9100	6300
				2150 × 1600	2250 × 1920	5700	8450	2500	6500	9400	5000			
	460	24	1600	1100	2000 × 1750	2100 × 1920	5500	8300	2450	6500	9100	6300		
				2150 × 1600	2250 × 1920	5700	8450	2500	6500	9400	5000			

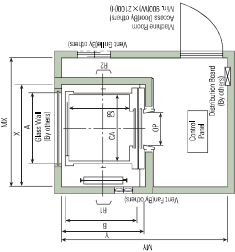
Speed (mm/min)	Overhead (OH)	Top Clearance (TC)	Pt (PP)	M/C Room Height (MH)
180	6000	2303	2700	2500
200	6000	2700	3200	2800
240	7100	3353	3850	2800
300	8000	4000	4200	3000
420	8500	4200	6000	3200
480	9500	5700	6400	3500
540	9750	5950	8800	3500
600	10000	6200	9000	3500

# OBSERVATION ELEVATORS

Gearless & Geared Elevators | 60-105m/min

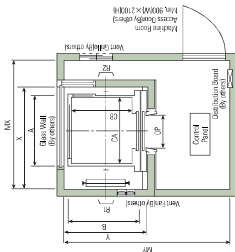
## Plan of Hoistway & Machine Room

1Side Type

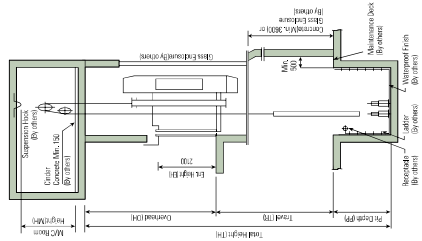


Note: Machine room temperature should be maintained below 40°C with ventilation fan on/off or condenser if necessary and humidity below 65%.

2Side Type



## Section of Hoistway



## Standard Dimensions & Reactions

(Unit: mm)

Type	Speed (m/min)	Capacity Persons	kg	Clearance OP	Internal CA x CB	External A x B	Hoistway X x Y	M/C Room MX x MY	M/C Room R1 x R2
1-Side Observation	60	6	450	800	1400×660	1440×1040	2200×1400	2600×2700	3750
		8	550	800	1400×1030	1440×1240	2200×1500	2600×3000	4200
		9	600	800	1400×1130	1440×1340	2200×1600	2600×3100	4300
	105	10	700	800	1400×1250	1440×1440	2200×1750	2600×3200	4450
		11	750	800	1400×1350	1440×1540	2200×1850	2600×3350	4600
		13	900	900	1400×1350	1440×1540	2400×1850	3000×3350	5200
2-Side Observation	60	15	1000	900	1800×1500	1900×1710	2850×2000	3500×3700	6200
		17	1150	1000	1800×1700	2100×1940	2850×2200	3700×3750	6800
		20	1350	1100	2000×1750	2100×1940	3050×2250	3700×3750	8200
	105	8	550	800	1400×1350	1440×1540	2200×1850	2600×3000	4200
		9	600	800	1400×1350	1440×1540	2200×1900	2600×3100	4300
		10	700	800	1400×1350	1440×1540	2200×1950	2600×3200	4500

Note: 1. Above floor door can be used as safety opening door. For application, please refer to side opening doors, Corral & Hyndale.  
2. When non-standard capacities and dimensions are required to meet the local code, consult Hyndale.  
3. The capacity in persons is calculated at (25kg/person, 55lb/ft<sup>2</sup> person).  
4. Above dimensions are applied in case the door is standard. In case fire protection door is applied, doorway are for 1 car should be applied above. At corner door plus 100mm.

(Unit: mm)

Speed (m/min)	Overhead (OH)	Pit (PT)	M/C Room Height (MH)
60	4700	1700	2200
90	4900	1800	2400
105	5000	2100	2400

Note: 1. The minimum hoistway dimensions are shown on the above table. Therefore, same dimensions should be made considering the loading of the hoistways.  
2. The minimum machine room height should be 2000mm in case of the traction machine with 500kg traction pulley.

## Section of Hoistway



**Notes :**

1. The minimum hoistway dimensions are shown on the above table. Therefore, some allowances should be made considering the sloping of the hoistways.
2. The minimum machine room height should be 2800mm in case of the traction machine with double isolation pad.
3. Above dimensions are changeable according to the car exterior design.

Speed (m/min)	Capacity Persons	Clear Operating OP	Car Internal CA × CB	External X1 × X2	Highway		M/C Room		M/C Room Reaction R1	R2	M/C Room Reaction R3
					1Cn	2Cn	1M1	2M2			
11	750	800	1,600 × 1,450	1,465 × 1,610	2,450	5,100	2,200	5,100	3,350	4,900	3,350
13	900	900	1,600 × 1,450	1,465 × 1,660	2,450	5,500	2,050	3,350	3,550	4,050	3,550
60	15	1,000	1,600 × 1,570	1,645 × 1,780	2,450	5,500	2,200	3,350	3,550	3,700	3,550
90	17	1,150	1,800 × 1,580	1,900 × 1,790	2,850	6,100	2,200	3,600	4,100	4,700	4,400
105	20	1,350	1,800 × 1,600	1,900 × 2,100	2,850	6,100	2,400	3,900	4,500	5,100	4,800
24	1,600	1,100	1,800 × 2,000	1,900 × 2,210	2,850	6,100	2,600	4,000	4,600	5,200	4,900

**Notes:** 1. Above dimensions are based on center opening doors. For applicable dimensions with side opening doors, consult Hyundai.  
2. Consult Hyundai if the capacity is 10 persons and less.



**Notes:**

1. The minimum hoistway dimensions are shown on the above table. Therefore, some allowances should be made considering the sloping of the hoistways.
2. The minimum machine room height should be 2800mm in case of the traction machine with double isolation pad.
3. Above dimensions are changeable according to the car exterior design.

Speed (mm/min)	Capacity Persons	Clear opening kg	Car Internal Ca x CB	Car External A x B	1Car X1	Hoistway X2	2Car Y	3Car Z	M/C Room Tcr MX1	2Car Zcrs MY1	M/C Room R1 R2		
11	750	800	1400 x 1480	1640 x 1710	2450	5100	2000	1700	2900	5100	3550	5150	3950
60	13	900	900 x 1600	1640 x 1710	2650	5500	2050	1950	3300	5500	5700	4500	3700
90	17	1150	900 x 1650	1640 x 1840	2650	5500	2200	1350	3300	5500	3700	4950	4400
105	20	1350	1000 x 1650	1800 x 1840	2950	6100	2200	1400	3500	6100	3700	5200	4400
			1800 x 2130	1970 x 2140	2850	6100	2200	1400	3500	6100	3900	4950	4550
	24	1600	1800 x 2130	1970 x 2240	2850	6100	2600	1400	3500	6100	4100	5000	4550

**Notes:** 1. Above dimensions are based on center opening doors. For applicable dimensions with side opening doors, consult Hyundai.  
2. Consult Hyundai if the capacity is 10 persons and less.



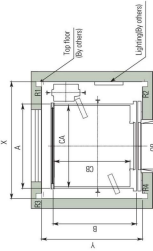
**Notes:**

1. The minimum hoistway dimensions are shown on the above table. Therefore, some allowances should be made considering the sloping of the hoistways.
2. The minimum machine room height should be 2800mm in case of the traction machine with double isolation pad.
3. Above dimensions are changeable according to the car exterior design.

[illegible]

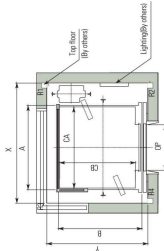
**Notes:** 1. Above dimensions are based on center opening doors. For applicable dimensions with side opening doors, consult Hyundai.  
2. Consult Hyundai if the capacity is 10 persons and less.

Plan of Hoistway & Machine Room



8-17 Person

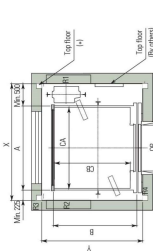
1Side Type



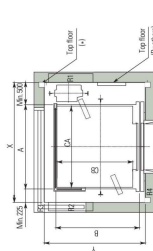
2Side Type

Floor without control panel

20, 24 Person



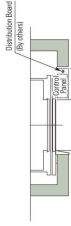
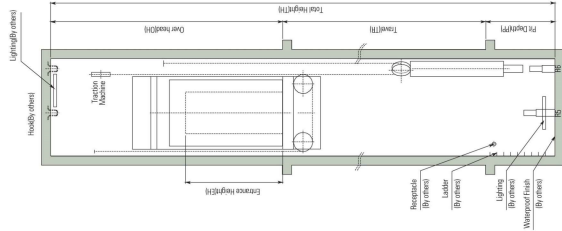
1Side Type



2Side Type

Floor without control panel

Section of Hoistway



Floor with control panel

**Note:** The lighting of hoistway should be installed less than 500mm from above the ceiling of hoistway and within 500mm above the bottom of the pit. (By effort)

Standard Dimensions & Reactions

Type	Speed (m/min)	Capacity Persons	Clear Opening OP	Car			M/C Room Reaction(kg)
				Internal CA × CB	External A × B	Hoistway X × Y	
1-Side Observation	60	8	550	1300 × 1090	1360 × 1300	2100 × 1700	R1 3700
		9	600	800	1300 × 1160	2100 × 1800	R2 1800
		10	700	800	1300 × 1300	2100 × 1850	3800
		11	750	800	1300 × 1400	2100 × 1900	4000
2-Side Observation	90	13	900	1600 × 1300	1660 × 1510	2300 × 1850	4100
		15	1000	900	1500 × 1400	2200 × 1900	4400
		17	1150	1000	1800 × 1400	2300 × 1950	4600
		20	1350	1000	1800 × 1600	2400 × 2150	5300
3-Side Observation	105	24	1600	2000 × 1700	2100 × 1910	2850 × 2500	7000
		8	550	800	1300 × 1090	2200 × 1700	8000
		9	600	800	1300 × 1160	2200 × 1800	3700
		10	700	800	1300 × 1300	2200 × 1850	3800
4-Side Observation	105	11	750	800	1300 × 1400	2200 × 1900	4100
		13	900	900	1600 × 1300	2400 × 1850	4400
		15	1000	900	1500 × 1400	2300 × 1900	4600
		17	1150	1000	1800 × 1400	2400 × 1950	5300
5-Side Observation	105	20	1350	1000	1800 × 1600	2700 × 2150	5300
		24	1600	1100	2000 × 1700	2700 × 2500	8000
		24	1600	1100	2000 × 1700	2700 × 2500	8000
		24	1600	1100	2000 × 1700	2700 × 2500	8000

- Notes:**
- If the car is heavier than 1000kg because of interior decoration in case of elevator (or 15 persons) 1000kg, consult Hyundai.
  - When non-standard capacities and dimensions (including fire protection doors) are required to meet the local code, please consult Hyundai.
  - The capacity in parenthesis is calculated at 60kg/person.
  - The capacity in parenthesis is calculated at 60kg/person.
  - If the height of floor is over 1m, please consult Hyundai as to the needs for emergency exit.
  - Above dimensions are applied to standard set only. In case fire protection door is applied, hoistway size for 1 car should be applied above XY dimensions plus 100mm and over.
  - In case of emergency stop control to respond to the counter weight, consult Hyundai.

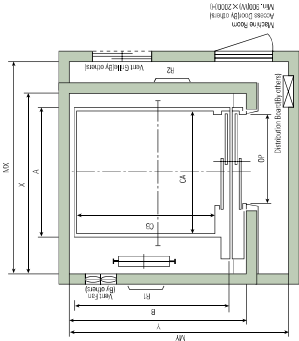
Person	Speed (m/min)	Overhead Height(OH)	Pit (PP)	Control panel (CP)
8 - 15	60	4250	1700	530
	90	4350	1800	530
	105	4400	1900	530
17	60	4250	1750	530
	90	4350	1900	530
	105	4400	1900	530
20 - 24	60	5000	1750	530
	90	5200	1900	630
	105	5250	1900	630

- Notes:**
- Above dimensions are applied for car height of 2200mm (for internal height is 2200mm). For other applicable dimensions, consult Hyundai.
  - The capacity in parenthesis is calculated at 60kg/person. Some allowances should be made considering the sloping of the hoistway.
  - When floor to floor arrangement is required, partitioning work for hoistway is required. (ENR1)
  - The lighting of hoistway should be installed less than 500mm from above the ceiling of hoistway and within 500mm above the bottom of the pit. (By effort)
  - The lighting should be installed at the top and bottom of hoistway.

# Freight Elevators

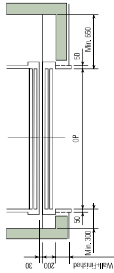
General Type (2S, 2U, 3U)

## Plan of Hoistway & Machine Room



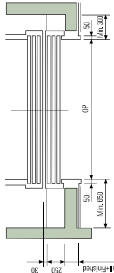
### 2-PANEL SIDE-OPENING DOORS (2S)

Note: Temperatures should be maintained below 40°C with ventilation fan motor air conditioner, if necessary, and humidity below 90%.



### 2-PANEL UP-SLIDING DOORS (2U)

- Minimum floor height - Opening height  $\times 3 \div 2 + 700\text{mm}$
- Minimum entrance height: 2100mm

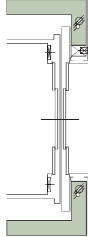
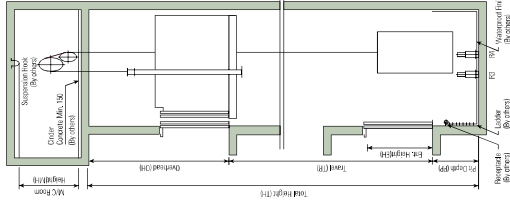


### 3-PANEL UP-SLIDING DOORS (3U)

- Minimum floor height - Opening height  $\times 4 \div 3 + 750\text{mm}$
- Minimum entrance height: 2100mm

Note: Consult Hyundai if the dimensions are less than the minimum.

## Section of Hoistway



### 4-PANEL CENTER OPENING DOORS (2C0)

## Standard Dimensions & Reactions

(Unit: mm)

Model	Speed (m/min)	Door Opening (OP x EH)	Entrance Width x Height Type	Car		Hoistway Overhead (OH)	M/C Room		Buffer Reaction (kg)	
				Internal CAX CB	External A x B		R1	R2	R1	R4
F0750-2S	30	45	25	Standard	1800 x 1857	2500 x 2150	4800	2800 x 3200	6200	4100
	45									
	60									
F1000-2S	30	45	25	Standard	1950 x 2078	2750 x 2400	4800	3200 x 3500	8500	5700
	45									
	60									
F1500-2S	30	45	25	Standard	2200 x 2278	3000 x 3050	4800	3600 x 4000	10600	7100
	45									
	60									
F2000-2S	30	45	25	Standard	2400 x 2728	3300 x 3250	4800	3800 x 4200	13300	8800
	45									
	60									
F2000-2U	30	45	2U	Standard	2400 x 2998	3300 x 3250	4400	3800 x 4200	13300	8800
	45									
	60									
F2500-2S	30	45	25	Standard	2600 x 3228	3500 x 3600	4800	4000 x 4400	15100	10000
	45									
	60									
F2500-2U	30	45	2U	Standard	2600 x 3198	3500 x 3600	4400	4000 x 4400	15100	10000
	45									
	60									
F3000-2U	30	45	2U	Standard	2800 x 3498	3700 x 3700	4800	4200 x 4800	15200	10100
	45									
	60									
F3500-2U	30	45	2U	Standard	3020 x 3998	4550 x 4400	5000	4300 x 5200	21700	14500
	45									
	60									
F4000-3U	25	3U	3000 x 2600	Standard	3220 x 4758	4250 x 5250	5300	4500 x 5900	32500	21700
	45									
	60									
F5000-3U	25	3U	3200 x 3000	Standard	3420 x 5258	4450 x 5750	5500	4700 x 6400	36000	23100
	45									
	60									

- Note: 1. Please consult Hyundai when the building capacity is over 5000kg or the car is no-standard size.  
2. The building capacity should be over 250kg/m<sup>2</sup> minimum.  
3. The actual reaction may differ from above dimensions in this with machine beam position.

Speed (m/min)				Reaction (kg)	
30, 45				R1	R4
60				R1	R4

- Note: 1. Above is minimum size.  
2. Refer to standard dimensions & reactions for overhead height.

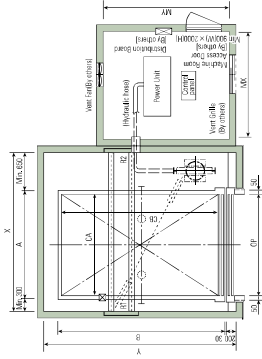
# FREIGHT ELEVATORS

Hydraulic Type (2S, 2U, 3U)

# AUTOMOBILE ELEVATORS

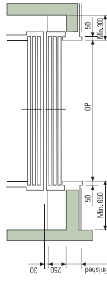
General Type (2U, 3U)

- Plan of Hoistway & Machine Room



## 2-PANEL UP-SLIDING DOORS (2U)

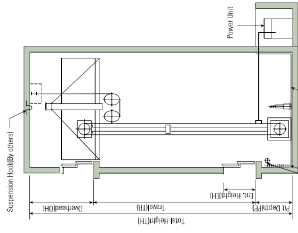
- Minimum floor height : Opening Height  $\times 3/2 + 700\text{mm}$
- Minimum entrance height : 2100mm



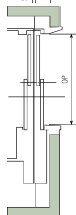
### 3-PANEL UP-SLIDING DOORS (3U)

- Minimum floor height : Opening Height X 4/3+750mm
- Minimum entrance height : 2100mm

**Notes :** 1. Consult Hyundai if the actual size is less than the above minimum floor height.  
2. The left and right minimum size should be 650mm and 300mm respectively for the installation of driving part.



## 2-PANEL SIDE-OPENING DOORS (2S)



(Unit : mm)

Speed(m/min)	Ent. Height(EH)	Overhead(OH)	Pit(PP)	M/C Room Height (MH)	Travel(TR)
20, 30, 45	2100	4100	1400	2000	20m

### Note

1. Temperatures should be maintained below 40°C with ventilating fan and/or air conditioner (if necessary) and humidity below 30%.
2. The above are minimum size.
3. The overhead height can be varied in line with entrance height and door type.
4. Consult: Hyundai if the travel height is 20m or more.

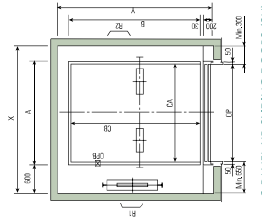
## Standard Dimensions & Reactions

Model	Speed (mm/min)	Clear Opening	Entrance Height	Car			Hoistway	M/C Room		Hitch Beam Reaction (kg)
				Internal	External	X × Y		M × MY	R1	
HF1500-U	20/30/45	2100	2100	2100 × 2500	2200 × 2678	3050 × 3100	7500 × 2810	4700	4100	
HF2000-U	20/30/45	2300	2100	2300 × 2700	2400 × 2898	3250 × 3300	7500 × 2880	4800	400	
HF2500-U	20/30/45	2500	2100	2500 × 3000	2600 × 3198	3450 × 3600	7500 × 2880	5400	400	
HF3000-U	20/30/45	2700	2300	2700 × 3300	2800 × 3498	3650 × 3900	7500 × 3200	6000	450	
HF3500-U	20/20	2800	2500	2800 × 3800	2900 × 3998	4000 × 4450	7500 × 3200	7900	750	
HF4000-U	20/20	3000	2800	3000 × 4500	3100 × 4758	4200 × 5250	7500 × 4200	8800	900	
HF5000-U	20/20	3200	3000	3200 × 5000	3300 × 5258	4400 × 5750	2800 × 4200	10500	1050	

**Notes : 1.** Please consult Hyundai when the loading capacity is over 500kg or the car is non-standard size.

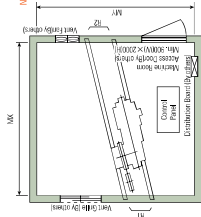
1. Please consult Hyundai when the loading capacity is over 500kg or the car is non-standard size.
2. The loading capacity should be over 250kg/m<sup>2</sup> minimally.
3. The actual reaction may slightly differ from above dimensions in line with machine beam position.
4. Above dimensions are based on up-lifting door available for 7-panel side-opening (2S) doors of same capacity.

## Plan of Hoistway & Machine Room



## 2-PANEL UP-SLIDING DOORS (2U)

- Minimum floor height : Opening height  $\times 3 / 2 + 700\text{mm}$

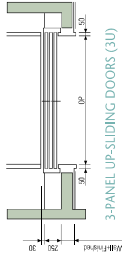


1. Temperatures should be maintained below 40°C with ventilating fan and/or air conditioner (if necessary) and humidity below 90%.
2. The specification of car door

Speed (m/min)	Overhead (OH)	PP (PP)	PP (MH)
------------------	------------------	------------	------------

- Minimum floor height : Opening height  $\times 4 / 3 + 750\text{mm}$
- Minimum entrance height : 1800mm

**Note :** Consult Hyundai if the dimensions are less than the minimum.



### 3-PANEL UP-SLIDING DOORS (3U)

- Minimum floor height : Opening height  $\times 4 / 3 + 750\text{mm}$
- Minimum entrance height : 1800mm

**Note :** Consult Hyundai if the dimensions are less than the minimum.

## Standard Dimensions & Reactions

Type	Model	Speed (mm/min)	Opening	Gear	Cor		Hoistway	M/C Room	M/C Room Reacting(j)
			OP		Internal	External	X × Y	R1	R2
Standard type	A2000-2U	30, 45	2350		2350 × 5300	2420 × 5300	3300 × 5800	1750	12000
	A2500-2U	30, 45	2750		2750 × 5300	2890 × 6350	3700 × 4800	2250	12500
	A2000-3U	30, 45	2350		2350 × 5300	2420 × 5300	3300 × 5800	1750	12000
Double Entrance type	A2000-2UD	30, 45	2350		2750 × 6300	2850 × 6350	3700 × 4800	2250	12500
	A2500-2UD	30, 45	2750		2750 × 6300	2850 × 6350	3700 × 4800	2250	12500
	A2000-3UD	30, 45	2350		2350 × 5300	2420 × 5300	3300 × 5800	1750	12000
Double Entrance type	A2000-3UD	30, 45	2350		2750 × 6300	2850 × 6350	3700 × 4800	2250	12500
	A2500-3UD	30, 45	2750		2750 × 6300	2850 × 6350	3700 × 4800	2250	12500
	A2000-3UD	30, 45	2350		2350 × 5300	2420 × 5300	3300 × 5800	1750	12000

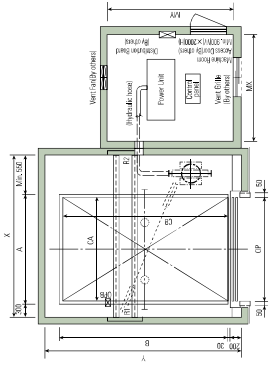
**Notes:** 1. The car external size can be varied in line with entrance type.

- Notes:**
1. The car external size can be varied in line with entrance type.
  2. When non-standard capacities and dimensions are required, consult Hyundai.
  3. The car door is applied in BS code region.

# AUTOMOBILE ELEVATORS

Hydraulic Type (2U, 3U)

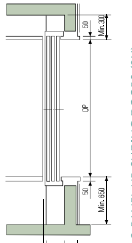
## Plan of Hoistway & Machine Room



### 2-PANEL UP-SLIDING DOORS (2U)

- Minimum floor height: Opening height  $\times 3 / 2 + 700\text{mm}$
- Minimum entrance height: 1800mm

Notes: 1. Temperature should be maintained below 49°C with ventilating fan and/or air conditioner.  
2. The specification of car doors is optional.



### 3-PANEL UP-SLIDING DOORS (3U)

- Minimum floor height: Opening height  $\times 4 / 3 + 750\text{mm}$
- Minimum entrance height: 1800mm

## Standard Dimensions & Reactions

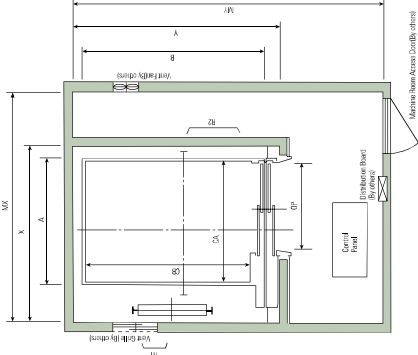
Type	Model	Speed (m/min)	Clear Opening OP	Car		Hoistway		M/C Room		Reaction(kg)	
				Internal CA x CB	External A x B	X x Y	MX x MY	R1	R2		
Standard Type	HA2000-2U	20, 30, 45	2350	2350 x 4300	2450 x 4550	3300 x 5800	2500 x 2800	5500	5500		
	HA2500-2U	20, 30, 45	2750	2750 x 4300	2850 x 4550	3700 x 5800	2500 x 2800	6400	300		
	HA2000-3U	20, 30, 45	2350	2350 x 4300	2450 x 4550	3300 x 5800	2500 x 2800	5500	5500		
Double Entrance Type	HA2000-2UD	20, 30, 45	2350	2350 x 4300	2450 x 4550	3300 x 5800	2500 x 2800	5500	250		
	HA2500-2UD	20, 30, 45	2750	2750 x 4300	2850 x 4550	3700 x 5800	2500 x 2800	6400	300		
	HA2000-3UD	20, 30, 45	2350	2350 x 4300	2450 x 4550	3300 x 5800	2500 x 2800	5500	250		

Notes: 1. The car external size can be varied if fire with entrance type.  
2. When non-standard capacities and dimensions are required, consult Hualian.

# HOSPITAL BED ELEVATORS

General Type (2S, 2SD)

## Plan of Hoistway & Machine Room



		M/C Room Height (MH)	
Speed (m/min)	Overhead (OH)	Pt (PP)	
30, 45	4400	1200	2200
60	4600	1500	
90	4800	1800	
105	5000	2100	2400

## Standard Dimensions & Reactions

Type	Model	Speed (m/min)	Clear Opening OP	Car		Hoistway		M/C Room		Reaction(kg)	
				Internal CA x CB	External A x B	X x Y	MX x MY	R1	R2		
Standard Type	B750-2S	30, 45	1100	1300 x 2300	1360 x 2492	2050 x 2850	2300 x 3500	5790	3450		
	B1000-2S	60	1200	1500 x 2500	1560 x 2692	2300 x 3050	2750 x 4000	6800	4100		
	B1000-2SD	60	1200	1500 x 2500	1560 x 2634	2450 x 3200	2750 x 4000	9500	4100		
Double Entrance Type	B750-2SD	30, 45	1100	1300 x 2300	1360 x 2434	2050 x 3000	2300 x 3500	5790	3450		
	B1000-2SD	60	1200	1500 x 2500	1560 x 2634	2450 x 3200	2750 x 4000	9500	4100		
	B1000-2SD	60	1200	1500 x 2500	1560 x 2634	2450 x 3200	2750 x 4000	9500	4100		

Notes: 1. When non-standard capacities and dimensions are required, consult Hualian.  
2. Above dimensions are applied for standard shaft. In case fire protection door is applied, hoistway size for 1 car should be applied above. C dimension also 100mm.

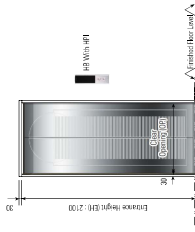


# TYPICAL ENTRANCE LAYOUTS

Basic/Optional

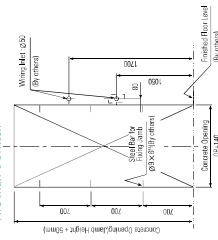
Only for Floor with Control Panel of the Machine-Room-Less Elevators

## Entrance

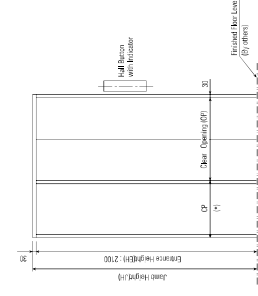


## Structural Opening of Entrance

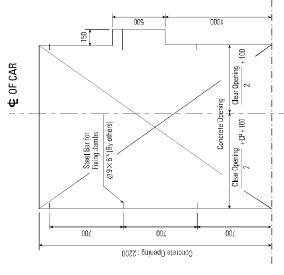
In case of Boxless Type Buttons and Fire man's Switch



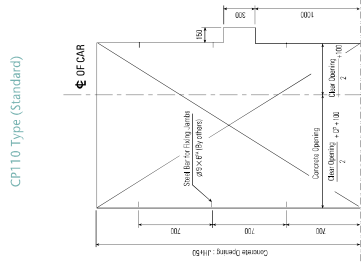
## Entrance Design



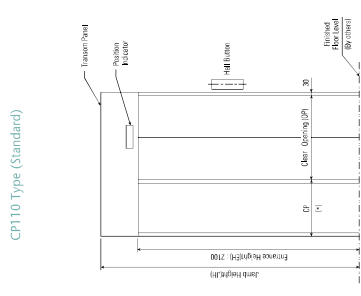
## Structural Opening of Entrance



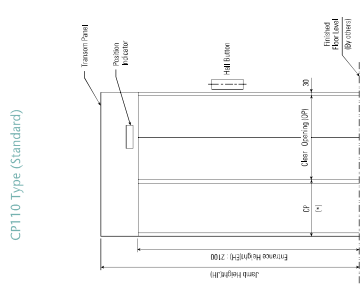
## CP110 Type (Standard)



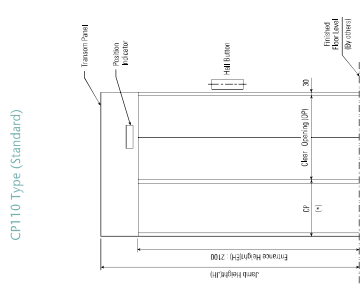
## CP110 Type (Standard)



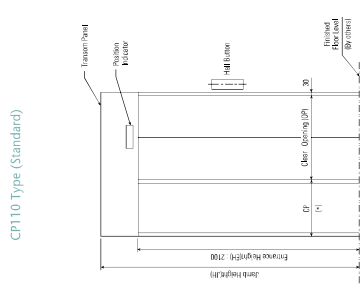
## CP110 Type (Standard)



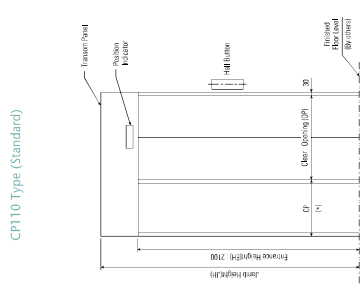
## CP110 Type (Standard)



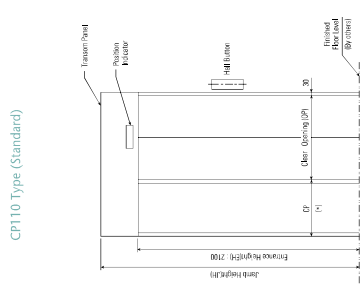
## CP110 Type (Standard)



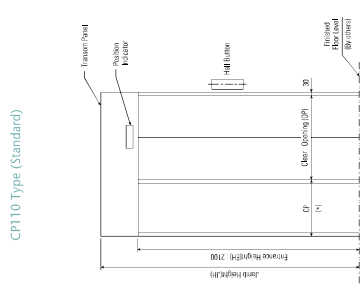
## CP110 Type (Standard)



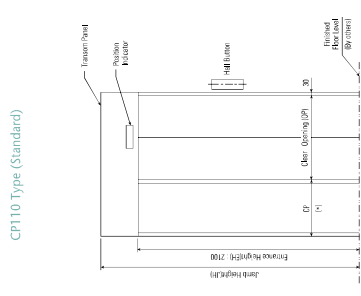
## CP110 Type (Standard)



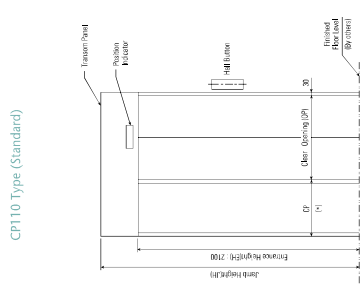
## CP110 Type (Standard)



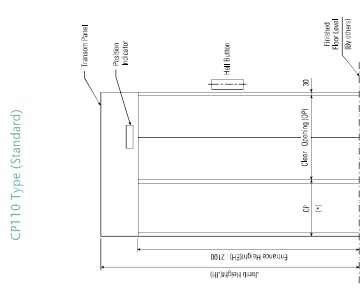
## CP110 Type (Standard)



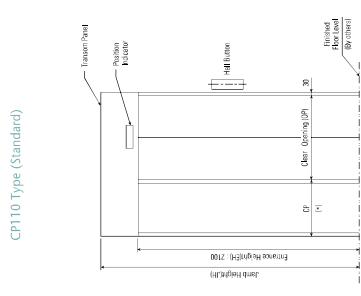
## CP110 Type (Standard)



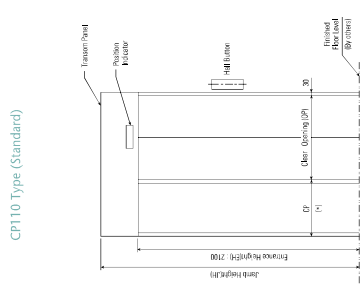
## CP110 Type (Standard)



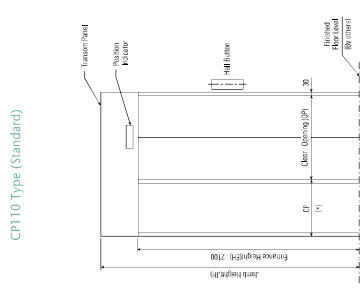
## CP110 Type (Standard)



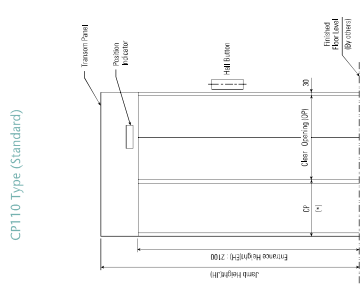
## CP110 Type (Standard)



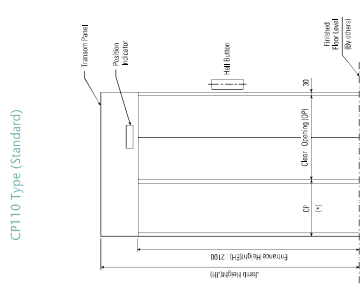
## CP110 Type (Standard)



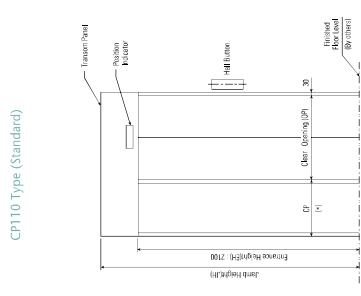
## CP110 Type (Standard)



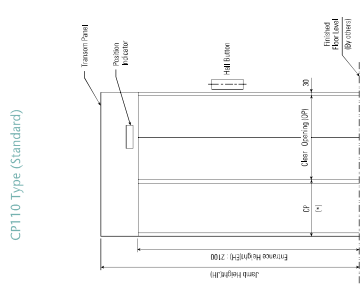
## CP110 Type (Standard)



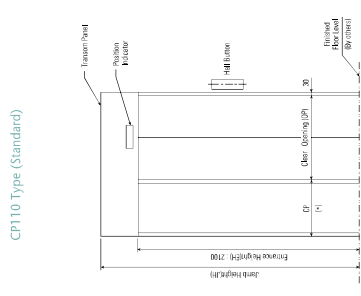
## CP110 Type (Standard)



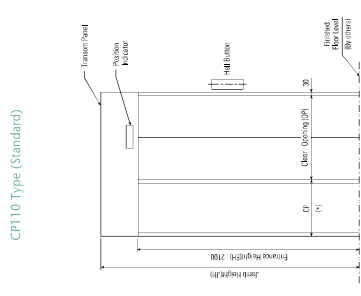
## CP110 Type (Standard)



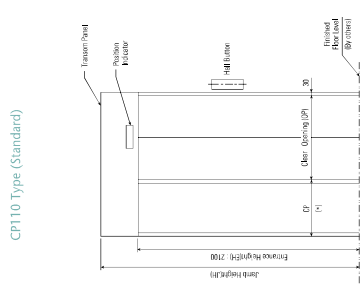
## CP110 Type (Standard)



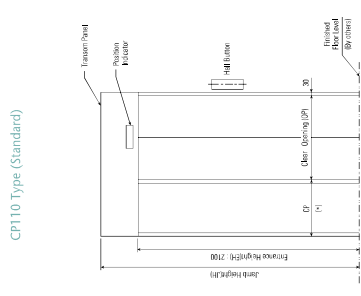
## CP110 Type (Standard)



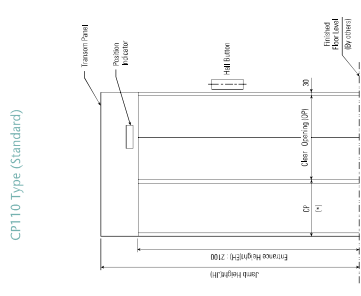
## CP110 Type (Standard)



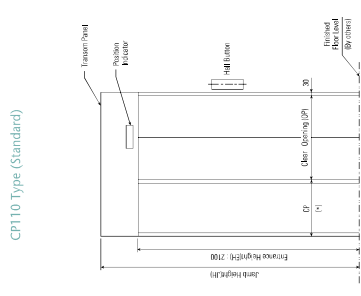
## CP110 Type (Standard)



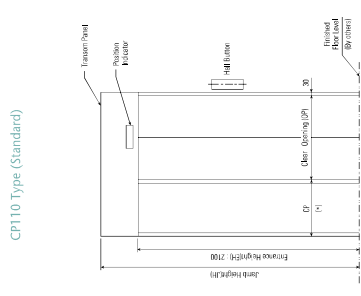
## CP110 Type (Standard)



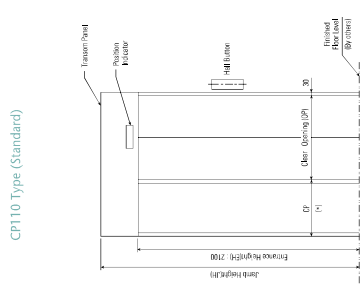
## CP110 Type (Standard)



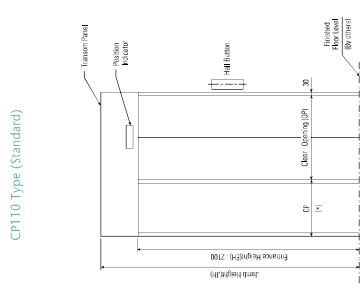
## CP110 Type (Standard)



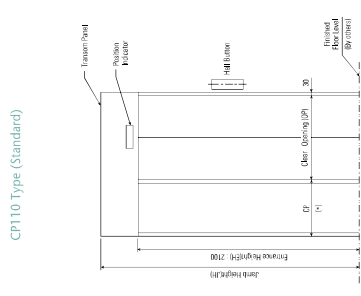
## CP110 Type (Standard)



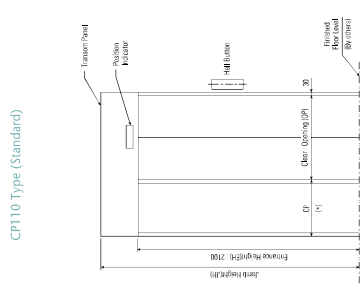
## CP110 Type (Standard)



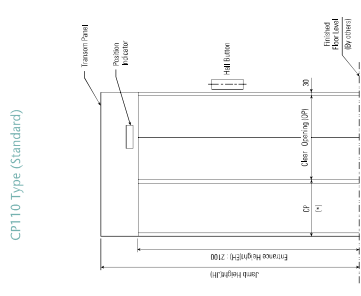
## CP110 Type (Standard)



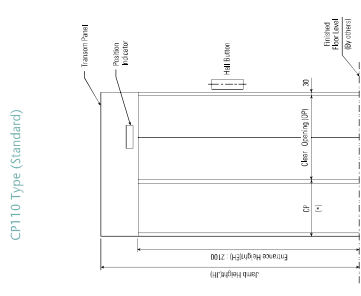
## CP110 Type (Standard)



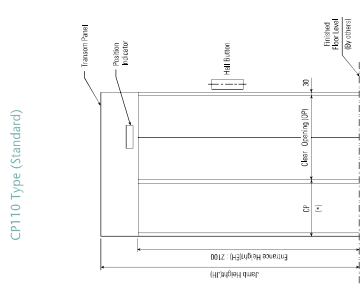
## CP110 Type (Standard)



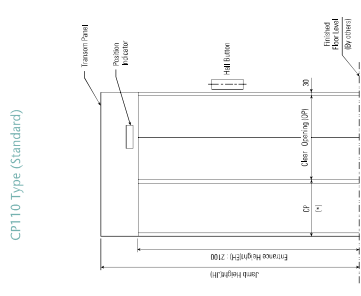
## CP110 Type (Standard)



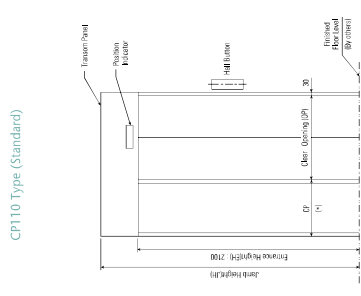
## CP110 Type (Standard)



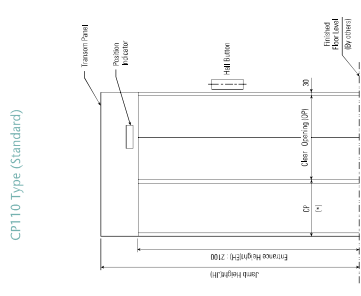
## CP110 Type (Standard)



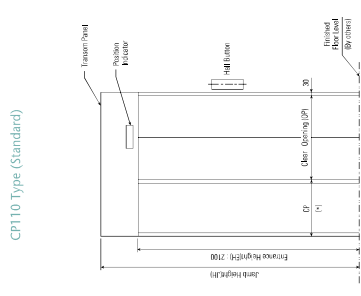
## CP110 Type (Standard)



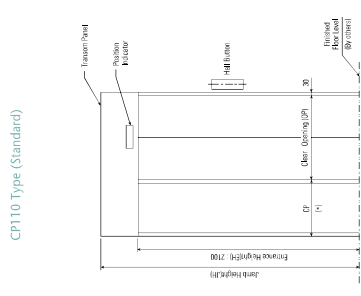
## CP110 Type (Standard)



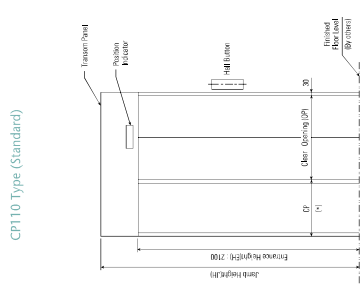
## CP110 Type (Standard)



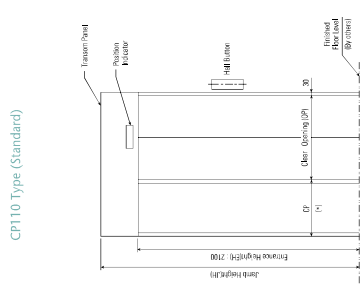
## CP110 Type (Standard)



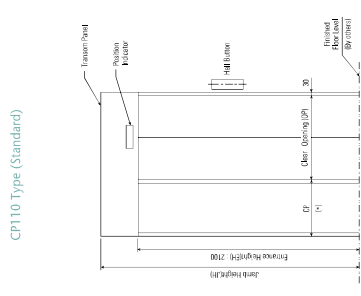
## CP110 Type (Standard)



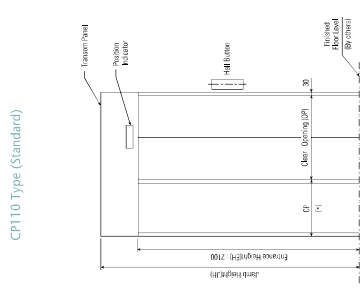
## CP110 Type (Standard)



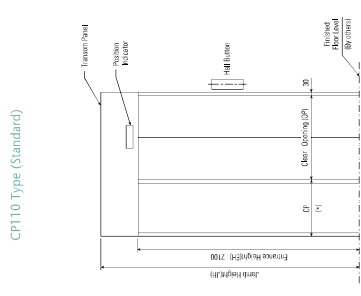
## CP110 Type (Standard)



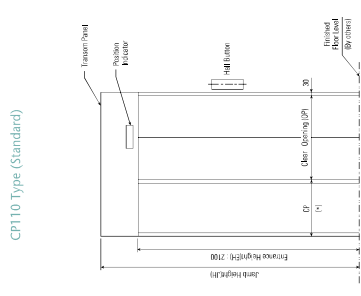
## CP110 Type (Standard)



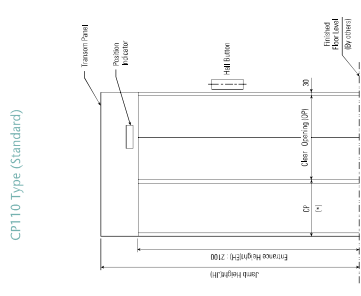
## CP110 Type (Standard)



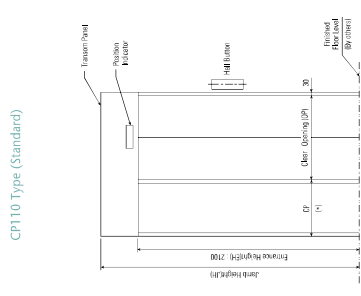
## CP110 Type (Standard)



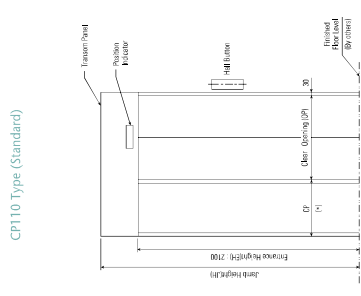
## CP110 Type (Standard)



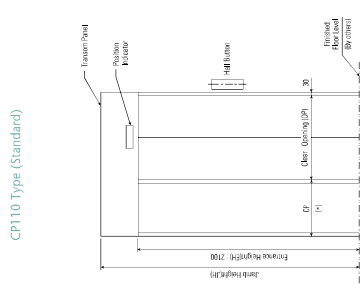
## CP110 Type (Standard)



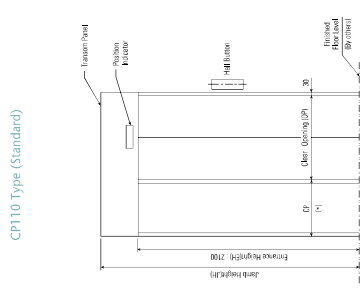
## CP110 Type (Standard)



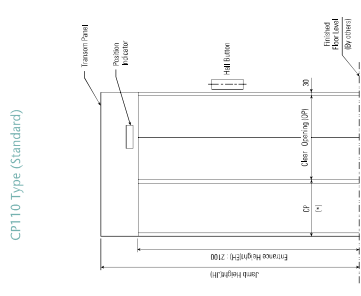
## CP110 Type (Standard)



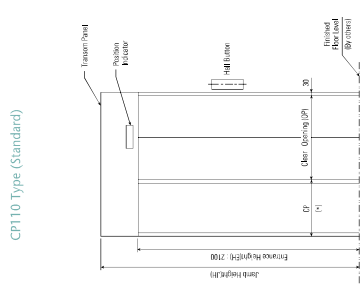
## CP110 Type (Standard)



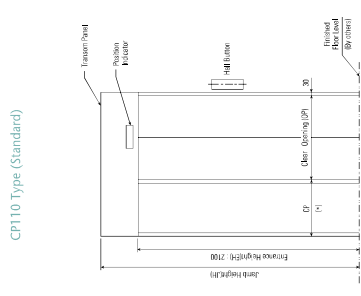
## CP110 Type (Standard)



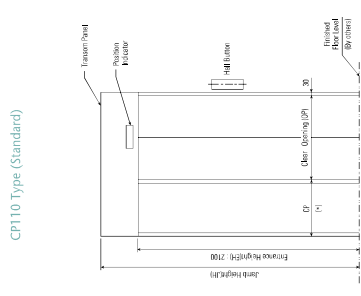
## CP110 Type (Standard)



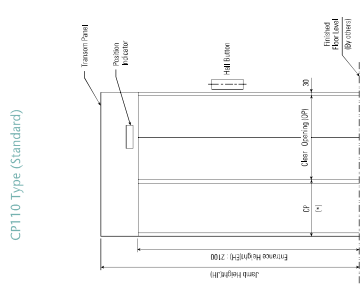
## CP110 Type (Standard)



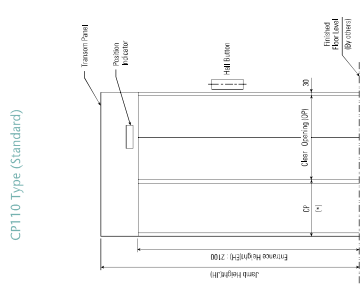
## CP110 Type (Standard)



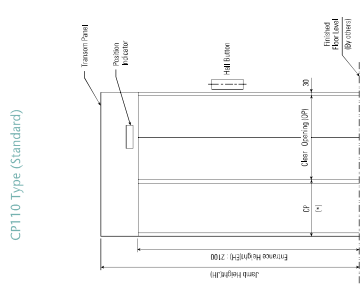
## CP110 Type (Standard)



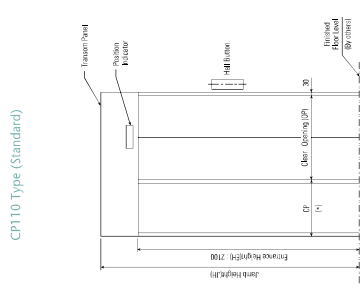
## CP110 Type (Standard)



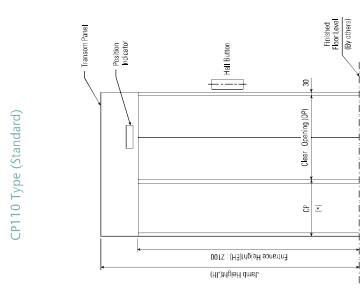
## CP110 Type (Standard)



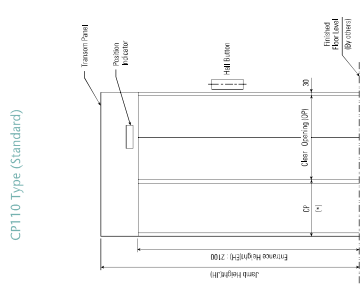
## CP110 Type (Standard)



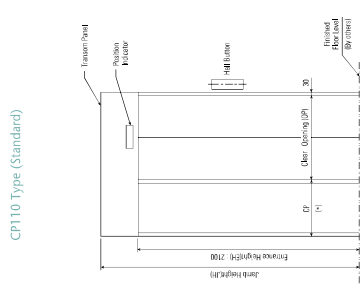
## CP110 Type (Standard)



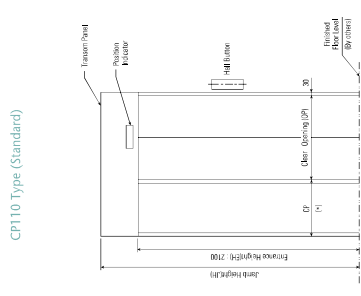
## CP110 Type (Standard)



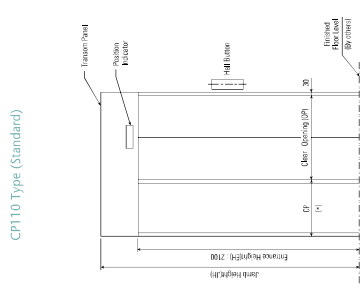
## CP110 Type (Standard)



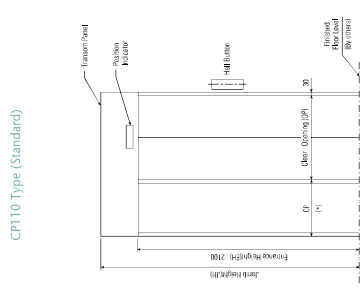
## CP110 Type (Standard)



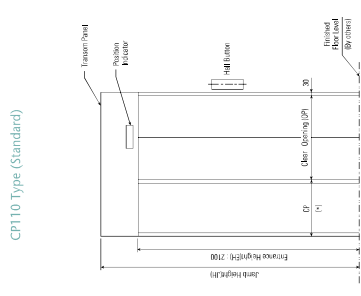
## CP110 Type (Standard)



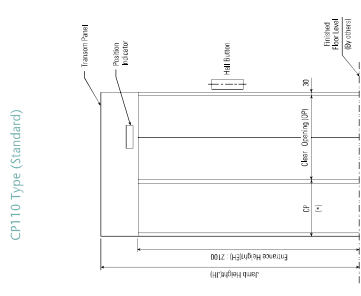
## CP110 Type (Standard)



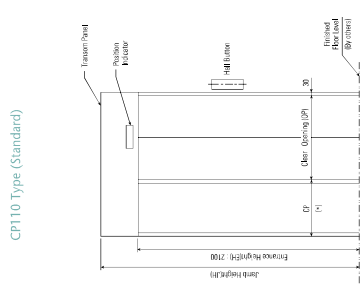
## CP110 Type (Standard)



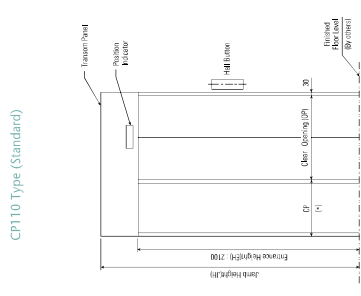
## CP110 Type (Standard)



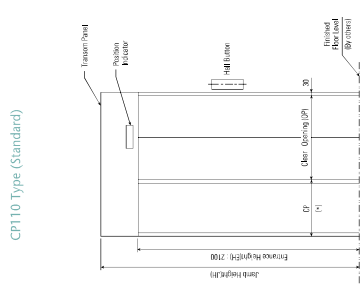
## CP110 Type (Standard)



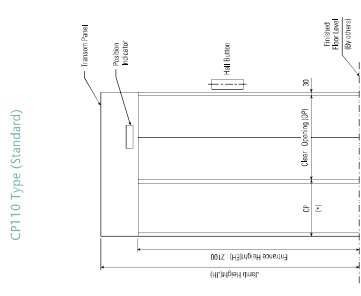
## CP110 Type (Standard)



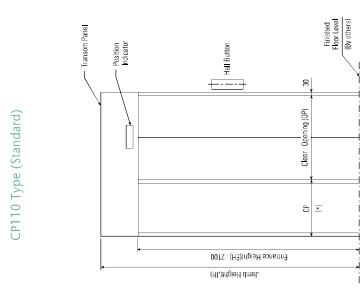
## CP110 Type (Standard)



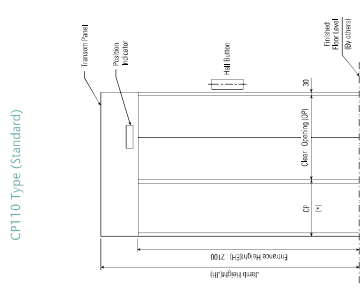
## CP110 Type (Standard)



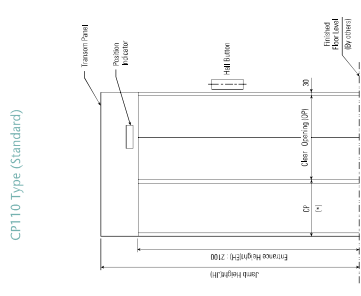
## CP110 Type (Standard)



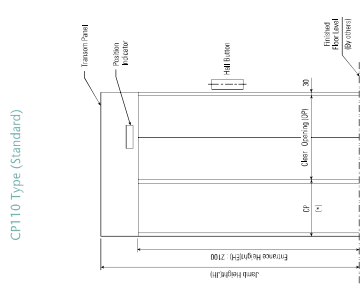
## CP110 Type (Standard)



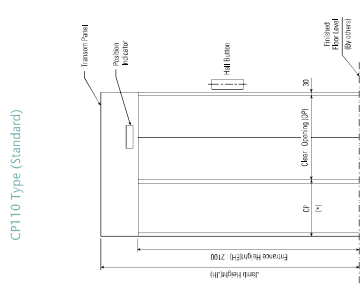
## CP110 Type (Standard)



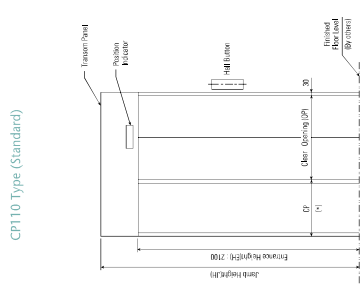
## CP110 Type (Standard)



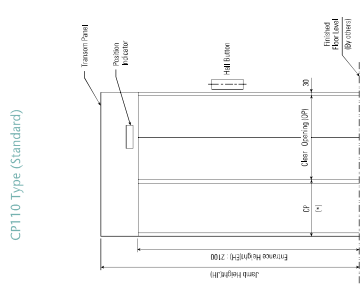
## CP110 Type (Standard)



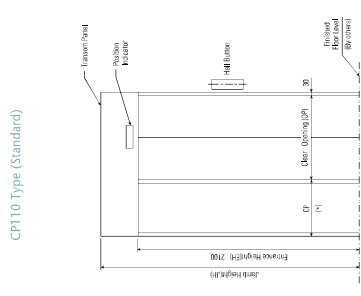
## CP110 Type (Standard)



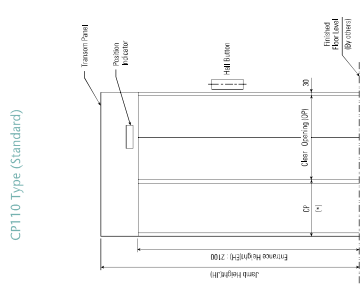
## CP110 Type (Standard)



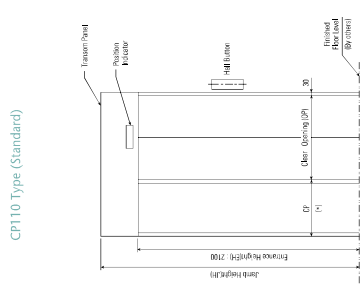
## CP110 Type (Standard)



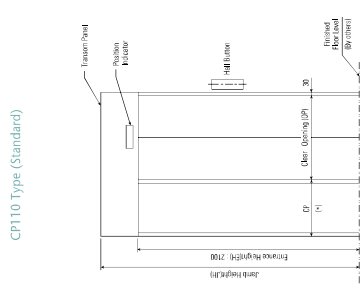
## CP110 Type (Standard)



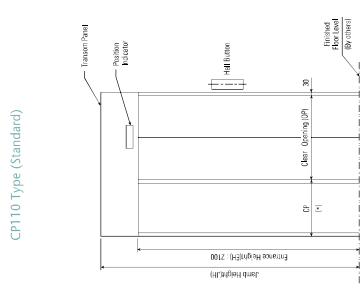
## CP110 Type (Standard)



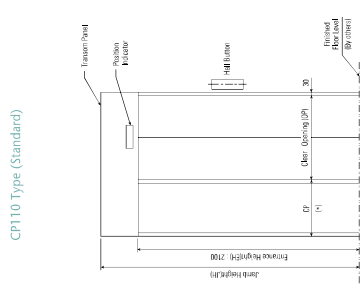
## CP110 Type (Standard)



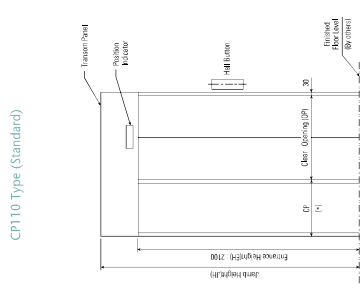
## CP110 Type (Standard)



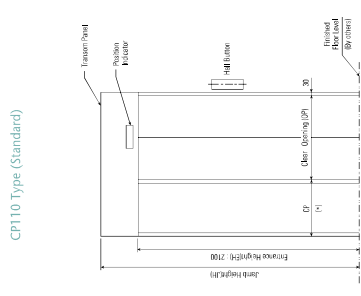
## CP110 Type (Standard)



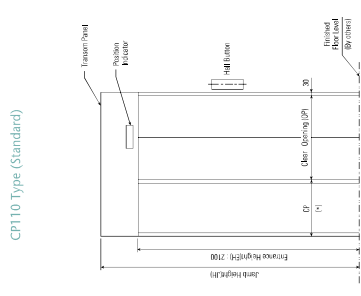
## CP110 Type (Standard)



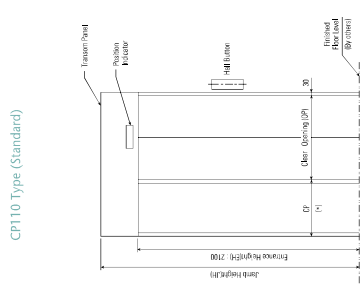
## CP110 Type (Standard)



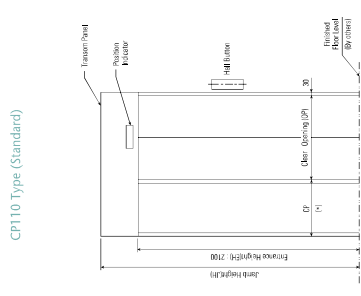
## CP110 Type (Standard)



## CP110 Type (Standard)



## CP110 Type (Standard)



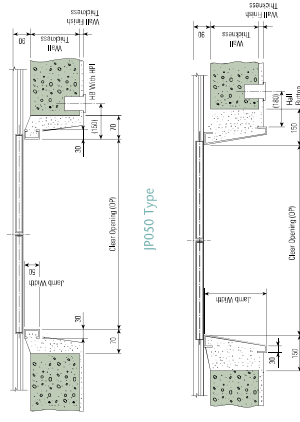
## CP110 Type (Standard)

# TYPICAL ENTRANCE LAYOUTS

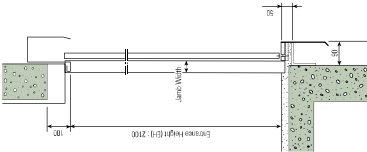
## 2-Panel Center-Opening Doors (CO)

## 2 Pannel Side-Opening Doors (2S)

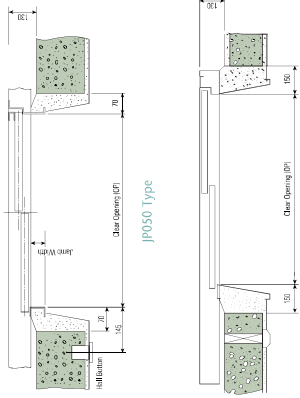
### Plan of Entrance



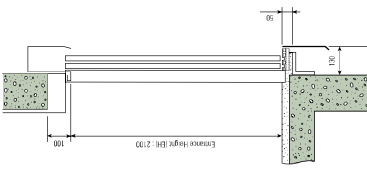
### Section Entrance



### Plan of Entrance



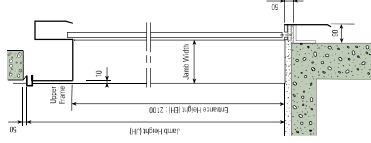
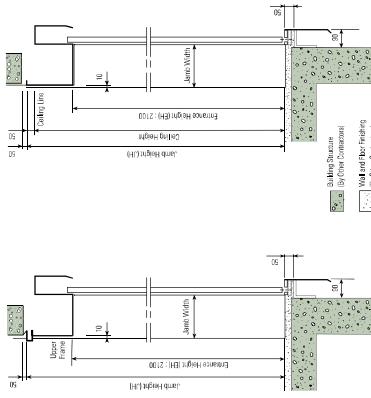
### Section of Entrance



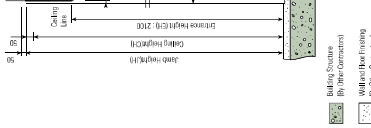
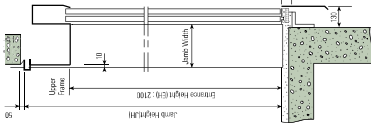
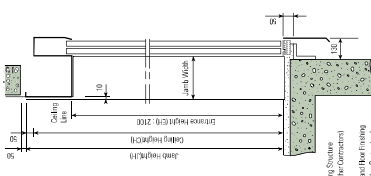
### JP100, JP200 Type

Note: The above layout is for left side opening. Right side opening doors are available, if requested.

### JP050 Type



### JP050 Type



### JP100 Type

#### (with upper frame)

### JP200 Type

#### (without upper frame)

### JP200 Type

#### (with upper frame)

### JP200 Type

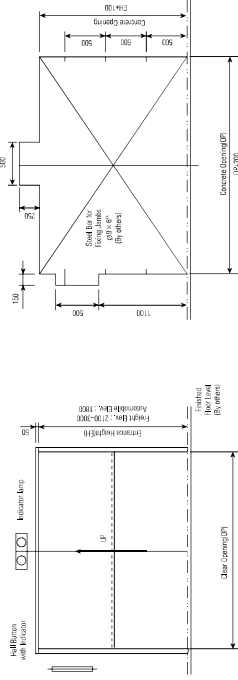
#### (without upper frame)

# TYPICAL ENTRANCE LAYOUTS

## 2-Panel Up-Sliding Doors (2U) / 4-Panel Center-Opening Doors (2CO)

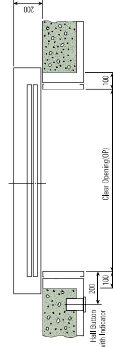
### 2-Panel Up-Sliding Doors (2U)

#### Entrance Design



#### Structural Opening of Entrance

### Plan of Entrance

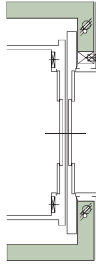


- Minimum floor height: Opening Height  $\times 3 \geq 24700\text{mm}$
- Minimum entrance height: 1800mm

Notes: 1. The standard location of Hall Partition with Isolator for automobile elevators is on left wall but it is on the right wall for freight elevators.  
2. Consult Hyundai if the dimensions are less than the minimum.

### 4-Panel Center-Opening Doors (2CO)

#### Plan of Entrance



# WORKS TO BE DONE BY OTHER CONTRACTORS

The following works are not included in the elevator contract, and shall be done by other contractors in accordance with the Hyundai Elevator's drawings and the applicable codes and regulations. The reference rules shown are from ANSI A17.1 Code.

## Building Work

### Hoistway

- Clear alarm hoistway with fire resistant hatch walls as required by the governing code (Rule 103.1a).
- 75° fixed panels on all projections, recesses or setbacks over 50mm except on walls used for landing or radiating (Rule 103.6)
- Verfing of the hoistway as we verify the governing code or authority (Rule 103.4)
- Supports for rail brackets at each floor, roof, and machine room. (Rule 203.9)
- Maximum allowable vertical spacing of rail supports, without bracing (Rule 203.4 and 203.11) Divide hoists 100mm between vertical supports of each floor and roof for guide rail bracket supports. (Rule 203.1, 203.9 and 203.11)
- Rearranging supports and jacking as required to accommodate full travel boxes, signal frames, etc.
- All barricades either outside elevator hoistways or between elevators inside hoistways as required.
- Dry pit reinforced to sustain normal vertical forces from rails and buffers. (Rule 108.1a and 109)

Consult Hyundai Elevator Company for railfrowns and buffer supports.

When there is space below the pit floor deck can be occupied, consult Hyundai Elevator Company for special cases. (Rule 203.9)

Offshore ladders, stairs under the pit as required and backfilling around the cylinder casing when floor of major type is to be installed.

When access to the pit is by means of the lowest hoistway entrance, vertical con ladder elevators 1000mm above all access door (Rule 108.1a)

Entrance walls and finished floor are not to be constructed until door frames and sill are in place.

Door frames are to be anchored to walls and properly grouted in place to maintain load integrity.

10.38 Support system minimum floor recesses full width with for entrance sill, any padding after sill are set in place.

11. For application as rider observation elevator, a minimum 3.6m high glass machine room bottom framing is recommended for safety.

For application as outdoor observation elevator, full height glass windbreak is required.

### Machine Room

- Endorsed and protected machine room (Rule 101.1)
- Access to the machine room and machinery space as required by the governing code or authority. (Rule 102.3)
- Non-vented concrete machine room floor slab or grating, as specified, which must not be placed over the hoistway until elevator machinery is set in position. (Rule 103.2 for freight elevator)
- Welding beams, top doors and other means of access to machine room for maintenance and equipment removal purposes. (Rule 101.2.3)
- Cable glands in the machine room is secondary best. (Rule 104.1)
- Supports for machine and sheave beams and structures including wall joists and patching after beams are set in place. (Rule 105.1 to 105.5)

## Electrical Work

### Hoistway

- Light outlet for each elevator, in center of hoistway (or in machine room) as indicated by Hyundai Elevator Company.
- Convenience outlet and light fixture in pit with switch located adjacent to the access door (Rule 108.1a)
- Wiring and piping work of emergency call, telephone, etc.

Outside the hoistway and the machine room.

### Machine Room

- Lighting, convenience outlets, ventilation, heating of machine room, and machinery space. (Rule 101.9)
- Temperature should be maintained below 40°C with ventilating fan and/or air conditioner, if necessary, and handily below 50°C.
- A fused disconnect switch or circuit breaker for each elevator and light switch located near the governing code and where practicable located adjacent to the door of the machine room (Rule 203.5 and 203.7)
- Feeder and branch wiring to the controller, including main-line switch and convenience outlets.
- Sturdy power feeder and branch wiring circuits as required for elevators with power operated doors, including disconnect switch or circuit breaker.

### Emergency Provisions

- Elevator firm's, and other emergency services wiring and interconnections to automatic criddle systems or heat and smoke sensing devices furnished by others and installed in terminal points on the elevator controllers.
- When emergency power operation of elevator is required, the electrical contractor should coordinate with Hyundai Elevator Company or local distributor for operation requirements.
- Elevator firm's, and other emergency service requirements may differ from each country.
- Consult Hyundai Elevator Company or local distributor for other local requirements.
- When provisions for earthquake protection are required, consult Hyundai Elevator Company for special requirements.

## Heat Emission of Machine Room

$$Q(Kcal/Hr) = W \times V \times X \times N$$

$$W \text{ Capacity (kg)}$$

$$V \text{ Speed (m/min)}$$

$$F \text{ Factor (1/40, 1/60, 1/80, 1/100, 1/120, 1/140, 1/160, 1/180, 1/200, 1/220, 1/240, 1/260, 1/280, 1/300, 1/320, 1/340, 1/360, 1/380, 1/400, 1/420, 1/440, 1/460, 1/480, 1/500, 1/520, 1/540, 1/560, 1/580, 1/600, 1/620, 1/640, 1/660, 1/680, 1/700, 1/720, 1/740, 1/760, 1/780, 1/800, 1/820, 1/840, 1/860, 1/880, 1/900, 1/920, 1/940, 1/960, 1/980, 1/1000)}$$

ELECTRIC POWER REQUIREMENTS (By others)

50 (DHP+ 300A)

Persons / Kg	Speed (m/min)	Motor (kW)	MCBA(1)		Power(kVA)		Cable (mm²)		Earth (mm²)	
			1Car	2Cars	1Car	2Cars	1Car	2Cars	1Car	2Cars
6 / 450	60	5.5 (2.8)	20 (20)	30 (20)	4 (3)	7 (5)	4 (4)	6 (4)	4 (6)	4 (6)
	90	7.5 (4.2)	20 (20)	30 (40)	6 (4)	10 (6)	4 (4)	6 (10)	4 (6)	6 (6)
	105	7.5 (4.9)	20 (20)	40 (60)	7 (5)	12 (9)	4 (4)	10 (10)	4 (6)	6 (6)
8 / 550	60	5.5 (3.4)	20 (20)	30 (20)	5 (4)	9 (6)	4 (4)	6 (4)	4 (6)	4 (6)
	90	7.5 (5.1)	20 (20)	30 (60)	7 (5)	13 (10)	4 (4)	6 (10)	4 (6)	4 (6)
	105	11 (5.9)	20 (20)	50 (60)	8 (6)	15 (11)	6 (4)	16 (10)	4 (6)	6 (6)
9 / 600	60	5.5 (3.7)	20 (20)	30 (30)	5 (4)	9 (7)	4 (4)	6 (6)	4 (6)	4 (6)
	90	11 (5.6)	20 (20)	50 (60)	8 (6)	14 (11)	6 (4)	16 (10)	4 (6)	6 (10)
	105	11 (6.5)	30 (20)	50 (60)	9 (7)	16 (12)	6 (4)	16 (10)	4 (6)	6 (10)
10 / 700	60	7.5 (4.3)	20 (20)	40 (30)	6 (5)	11 (8)	4 (4)	10 (6)	4 (6)	6 (6)
	90	11 (7.6)	30 (20)	50 (60)	9 (7)	16 (12)	6 (4)	16 (10)	4 (6)	6 (6)
	105	11 (17.6)	30 (20)	60 (60)	11 (9)	19 (14)	6 (4)	16 (10)	4 (6)	10 (6)
11 / 750	60	7.5 (4.6)	20 (20)	40 (30)	6 (5)	12 (9)	4 (4)	10 (6)	4 (6)	6 (6)
	90	11 (6.9)	30 (20)	50 (60)	10 (7)	17 (13)	6 (4)	16 (10)	4 (6)	6 (10)
	105	11 (8.1)	30 (30)	60 (50)	11 (9)	20 (15)	10 (6)	16 (16)	4 (6)	10 (10)
120	9 (2)	150	150	150	150	150	150	150	150	150
13 / 900	60	11 (5.6)	30 (20)	50 (30)	8 (6)	14 (11)	6 (4)	10 (6)	4 (6)	6 (6)
	90	15 (8.3)	40 (30)	60 (30)	12 (9)	21 (16)	10 (6)	16 (16)	6 (6)	10 (10)
	105	15 (10.8)	40 (30)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	10 (10)
15 / 1000	60	12 (3.3)	40 (30)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	10 (10)
	90	15 (4.4)	50 (30)	100 (60)	17 (13)	33 (21)	10 (6)	25 (25)	6 (6)	16 (6)
	150	15 (5.4)	50 (30)	100 (60)	17 (13)	33 (21)	10 (6)	25 (25)	6 (6)	16 (6)
17 / 1150	60	11 (7.4)	20 (20)	50 (60)	10 (8)	18 (13)	6 (4)	16 (10)	4 (6)	6 (10)
	90	15 (10.6)	40 (30)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	10 (10)
	105	18.5 (12.4)	50 (30)	100 (60)	17 (13)	31 (23)	16 (6)	35 (16)	6 (6)	10 (6)
20 / 1500	60	12 (4.1)	40 (30)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	10 (10)
	90	15 (7.7)	50 (30)	100 (60)	17 (13)	33 (21)	10 (6)	25 (25)	6 (6)	16 (6)
	150	17 (7.7)	60 (30)	100 (60)	20 (15)	35 (21)	10 (6)	25 (25)	6 (6)	16 (6)
24 / 1600	60	15 (8.3)	30 (20)	60 (60)	12 (9)	21 (16)	10 (6)	16 (10)	6 (6)	6 (6)
	90	18.5 (12.5)	50 (40)	100 (75)	17 (13)	31 (24)	16 (10)	25 (25)	6 (6)	10 (10)
	105	22 (14.5)	50 (40)	100 (75)	20 (15)	37 (28)	16 (10)	35 (25)	6 (6)	10 (10)
26 / 1600	60	12 (4.6)	40 (30)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	10 (10)
	90	15 (8.9)	50 (50)	100 (75)	17 (13)	33 (21)	10 (6)	25 (25)	6 (6)	16 (6)
	105	22 (17.2)	60 (50)	125 (100)	24 (18)	43 (33)	16 (16)	35 (25)	6 (6)	16 (16)
28 / 1600	60	12 (4.6)	40 (30)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	10 (10)
	90	15 (8.9)	50 (50)	100 (75)	17 (13)	33 (21)	10 (6)	25 (25)	6 (6)	16 (6)
	105	22 (17.2)	60 (50)	125 (100)	24 (18)	43 (33)	16 (16)	35 (25)	6 (6)	16 (16)
30 / 1600	60	12 (4.6)	40 (30)	75 (60)	15 (11)	27 (20)	10 (6)	25 (16)	6 (6)	10 (10)
	90	15 (8.9)	50 (50)	100 (75)	17 (13)	33 (21)	10 (6)	25 (25)	6 (6)	16 (6)
	105	22 (17.2)	60 (50)	125 (100)	24 (18)	43 (33)	16 (16)	35 (25)	6 (6)	16 (16)

Notes: 1. Above power factor size are for length of electric wire up to 50m from the electric machine room to transformer.  
2. For the length being 50m or more, the following formula should be applied:  
3. For the required 3 cars or more, the following formula should be applied:  
4. Machine room temperature should be maintained below 40°C with ventilating fan and air conditioner, and humidity below 80%.  
5. The load emitter and ventilation of machine room or above dimensions may vary slightly with the machine room size and  
6. Consult Hyundai if you need electric power requirements for 220V.

AC-Gearless | 180~600m/min

50 (DHP+ 300A)

Persons / Kg	Speed (m/min)	Motor (kW)	C.B. Rated Current (A)		Transformer Capacity (kVA)		Power Feeder (mm²)		Earth Wire (mm²)	
			1Car	2Cars	1Car	2Cars	1Car	2Cars	1Car	2Cars
13 / 900	180	16.6	50	100	18	33	10	25	6	16
	180	18.4	60	100	20	37	10	25	6	16
	15 / 1000	210	23	75	125	26	46	16	35	10
17 / 1150	240	26	100	150	29	52	25	50	16	35
	180	21.2	75	125	24	42	16	35	10	25
	210	25	75	150	28	50	16	50	10	35
20 / 1350	240	30	100	175	33	60	25	50	16	35
	180	23	75	150	33	60	25	50	16	35
	210	25	75	150	33	60	25	50	16	35
24 / 1600	240	35	125	200	39	70	35	70	25	50
	180	30	100	175	33	60	25	50	16	35
	210	35	125	200	39	70	35	70	25	50
26 / 1600	240	40	125	225	44	80	35	70	25	50
	180	35	100	175	33	60	25	50	16	35
	210	40	125	225	44	80	35	70	25	50

Notes: 1. Above power factor size are for length of electric wire up to 50m from the electric machine room to the transformer.  
2. For the length being 50m or more, the following formula should be applied:  
3. For the required 3 cars or more, the following formula should be applied:  
4. Machine room temperature should be maintained below 40°C with ventilating fan and air conditioner, and humidity below 80%.  
5. The load emitter and ventilation of machine room or above dimensions may vary slightly with the machine room size and  
6. Consult Hyundai if you need electric power requirements for 220V.

Hydraulic

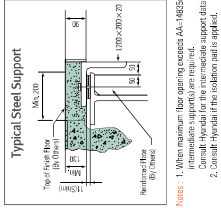
50 (DHP+ 300A)

Persons / Kg	Speed (m/min)	Motor (kW)	C.B. Rated Current (A)		Transformer Capacity (kVA)		Power Feeder (mm²)		Earth Wire (mm²)		Ventilation of Machine Room (m³/h)	
			1Car	2Car	1Car	2Car	1Car	2Car	1Car	2Car	1Car	2Car
6 / 450	30	15	50	100	25	45	10	25	6	6	3000	1000
	45	22	75	150	38	70	16	50	6	6	3900	1300
	60	30	100	200	50	90	25	70	6	6	3500	1100
8 / 550	30	18.5	75	125	30	56	16	35	6	6	3500	1100
	45	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
9 / 600	30	18.5	75	125	30	56	16	35	6	6	3500	1100
	45	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
10 / 680	30	18.5	75	125	30	56	16	35	6	6	3500	1100
	45	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
11 / 750	30	18.5	75	125	30	56	16	35	6	6	3500	1100
	45	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	3500	1100
13 / 900	30	27	125	225	42	113	25	60	6	6	4900	1300
	45	37	125	225	42	113	25	60	6	6	4900	1300
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	4900	1300
15 / 1000	30	37	125	225	42	113	25	60	6	6	4900	1300
	45	37	125	225	42	113	25	60	6	6	4900	1300
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	4900	1300
17 / 1150	30	52	175	300	81	148	50	150	10	25	9700	19400
	45	37	125	225	42	113	25	60	6	6	4900	1300
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	4900	1300
20 / 1350	30	52	175	300	81	148	50	150	10	25	9700	19400
	45	37	125	225	42	113	25	60	6	6	4900	1300
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	4900	1300
24 / 1600	30	52	175	300	81	148	50	150	10	25	9700	19400
	45	37	125	225	42	113	25	60	6	6	4900	1300
	60	30	100	175	49	90	25	70	6	6	4900	1300

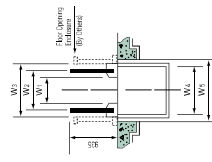
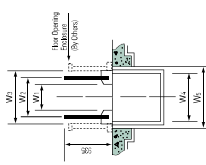
Notes: 1. Above power factor size are for length of electric wire up to 50m from the electric machine room to transformer.  
2. For the length being 50m or more, the following formula should be applied:  
3. For the required 3 cars or more, the following formula should be applied:  
4. Machine room temperature should be maintained below 40°C with ventilating fan and air conditioner, and humidity below 80%.  
5. The load emitter and ventilation of machine room or above dimensions may vary slightly with the machine room size and  
6. Consult Hyundai if you need electric power requirements for 220V.



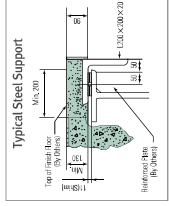
Type	ML800	ML1000	ML1200
W <sub>1</sub>	594	813	1014
W <sub>2</sub>	837	1056	1287
W <sub>3</sub>	1130	1349	1550
W <sub>4</sub>	1080	1298	1500
W <sub>5</sub>	1230	1449	1650



**Note :** When speed is over 40m/min, consult Hyundai.

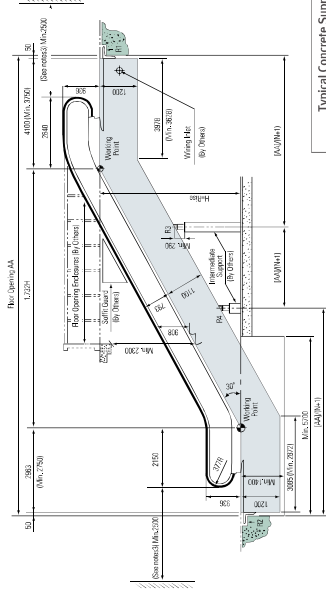


Type	ML800	ML1000	ML1200
W <sub>1</sub>	612	813	1014
W <sub>2</sub>	855	1056	1257
W <sub>3</sub>	1148	1349	1550
W <sub>4</sub>	1098	1299	1500
W <sub>5</sub>	1248	1449	1650



Type	Vertical Rise H(mm)
W800	H≤6000
W1000	H≤5570
W1200	H≤6000
Motor [kW]	H≤4460
	5.5
	7.5

**Notes :** 1. When maximum floor opening exceeds AA=1485mm, intermediate support(s) are required. Consult Hyundai for the intermediate support data.  
2. Consult Hyundai if the isolation pad is applied.

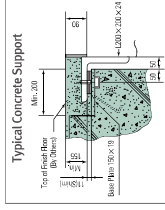


Notes: 1. N : Number of intermediate support

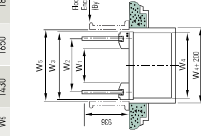
1.  $N$ : Number of intermediate support  
Max. distance between intermediate support  
10000mm
2.  $A=41.732 \times H + 4100$  (3750) + 2963 (2750) + 100  
Dimension between the end of the rail to the  
wall. Min. 2500mm
3. In case inverter system is applied, consult  
Hyundai.
4. In case EN1175 is applied, consult Hyundai.

## Section Dimensions

Type	HA800	HA1000	HA1200
W <sub>1</sub>	594	813	1014
W <sub>2</sub>	986	1205	1406
W <sub>3</sub>	1330	1569	1750
W <sub>4</sub>	1280	1499	1700
W <sub>5</sub>	1430	1650	1850



01



- Notes:** 1. When maximum floor opening exceeds AA=1000mm, intermediate support(s) are required. Consult Hyundai for the intermediate support data.  
2. Consult Hyundai if the isolation pad is added.

## Motor Application

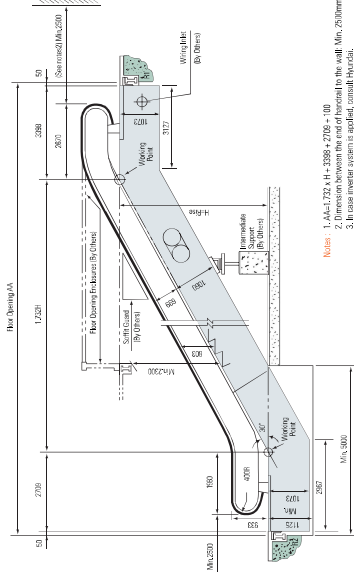
Type	Vertical Rise : H(mm)
HA500	H ≤ 13000 H ≤ 15000 - -
HA1000	- H ≤ 13400 H ≤ 15000 -
HA1200	- H ≤ 11000 H ≤ 12800 H ≤ 15000
Motor (kW)	11 16 18.5 22

**Note :** Above dimensions are applied in case the 3 flat stop is standard.

## Reactions

Vertical Rise H (m)	7400	9000	9440	9800	9900	10040	10400	10800	11200	11600	12000	12400	12800	13200	13600
Floor Opening	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
HA-800	R1	5840	6100	6360	6520	6700	6980	7120	7220	7320	7420	7520	7620	7720	7820
	R2	5710	5930	5940	5840	6000	6200	6320	6420	6520	6620	6720	6820	6920	7020
	R3	5990	10210	10330	10390	11170	11180	8400	8420	8450	8460	8470	8480	8490	8500
	R4	-	-	-	-	-	7760	7990	8190	8410	8630	8840	9060	9280	9490
HA-1000	R1	5840	6100	6360	6520	6700	6980	7120	7220	7320	7420	7520	7620	7720	7820
	R2	5400	5520	5500	5400	5560	5760	5960	6060	6160	6260	6360	6460	6560	6660
	R3	5680	10100	10180	10240	11020	11030	8350	8370	8400	8410	8420	8430	8440	8450
	R4	-	-	-	-	-	7660	7890	8090	8310	8530	8750	8970	9190	9410
HA1200	R1	6940	7160	7270	7570	7770	7970	8990	9140	9340	9540	9740	9940	10140	10340
	R2	6120	6310	6300	6400	6490	6590	6690	6790	6890	6990	7090	7190	7290	7390
	R3	6120	6310	6300	6400	6490	6590	6690	6790	6890	6990	7090	7190	7290	7390
	R4	11750	12170	12160	12260	12360	12460	12560	12660	12760	12860	12960	13060	13160	13260

**Note:** When maximum vertical rise ranges over 1500mm consult Hyundai



**Notes:** 1. AA=1.732 x H + 3398 + 2709 ÷ 100

1.  $\Delta L = 1.74 \times 10^{-3} \times 3550 \times 2.00 = 12.2$  mm.
2. Dimension between the end of handrail to the wall: Min. 2530 mm.
3. In case inverter system is applied, consult Hyundai.
4. In case EN115 is applied, consult Hyundai.

## Section Dimensions

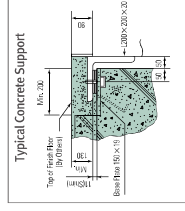
Type	M800	M1200
W <sub>1</sub>	594	1014
W <sub>2</sub>	895	1342
W <sub>3</sub>	1275	1695
W <sub>4</sub>	1244	1664
W <sub>5</sub>	1375	1795

Unit : kcal

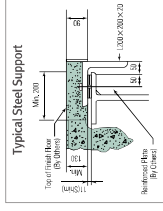
## Reactions

M800	M1200
$R1 = 685(AA - 0.1) - \frac{3800}{AA + 0.1} + 1500$	$R1 = 635(AA + 0.1) - \frac{3800}{AA + 0.1} + 1800$
$R2 = 682(AA + 0.1) + \frac{3800}{AA + 0.1} + 600$	$R2 = 635(AA + 0.1) + \frac{3800}{AA + 0.1} + 800$

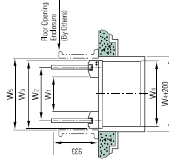
Unit : kcal



## Typical Concrete Support



### Typical Steel Support



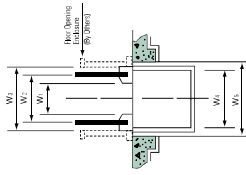
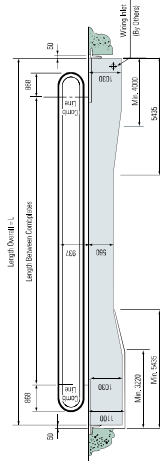
## Motor Application

Type	M800 2440 ≤ H ≤ 3660	M1200 2440 ≤ H ≤ 3660	MOTOR (kw)
Vertical Rise : H(mm)	H ≤ 9140	H ≤ 6100	5.5 × 1
	H ≤ 10970	H ≤ 7320	7.5 × 1
	H ≤ 14980	H ≤ 11000	7.5 × 2
	H ≤ 21430	H ≤ 18290	7.5 × 3
	H ≤ 34580	H ≤ 32380	7.5 × 4
	—	H ≤ 30480	7.5 × 5
	—	H ≤ 34580	7.5 × 6

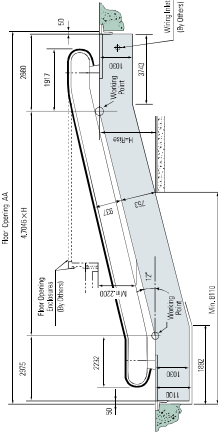
**Note :** When vertical rise is over 36580mm, consult Hyundai.

# ELECTRIC POWER REQUIREMENTS (By others)

Horizontal Type

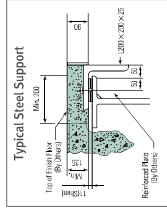
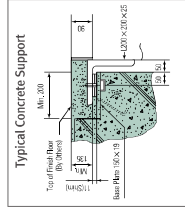


### Horizontal & Inclined Type

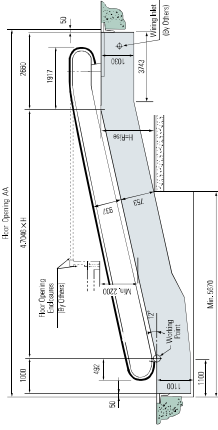


## Section Dimensions

Type	PM800	PM1000	PM1200	PM1400	PM1600
W <sub>1</sub>	594	813	1014	1251	1424
W <sub>2</sub>	838	1054	1257	1494	1677
W <sub>3</sub>	1130	1346	1549	1786	1949
W <sub>4</sub>	1080	1296	1499	1736	1919
W <sub>5</sub>	1230	1445	1650	1888	2070



Compact Type



Lighting Power

Substrate Type	Vertical Rise (mm)	Power Supply (V)	Power Supply (A)	Power Supply (W)	Cd Based Current (mA)	Power Density (mW/mm <sup>2</sup> )				
					20m	40m	60m	80m	100m	120m
With Handrail Lighting	1.9-4.27	1.63	100-110	20-60	6	10	16	25	36	48
With Handrail Lighting (BT Type)	1.9-4.27	1.63	200-265	20-60	6	10	16	25	36	48
Without Handrail Lighting	4.28-7.6	1.63	100-110	20-60	4	6	10	16	25	36
Without Handrail Lighting	4.28-7.6	1.2	200-265	20-60	2.5	4	6	10	16	25

**Notes :** 1. Consult Hyundai when the rise over 7600mm.  
2. The capacity shown by ( ) mark shall be applied to moving walks.

There are some building and electrical work which is necessary for a normal escalator installation, but is not done by the escalator contractor. Please consult Hyundai for it.

## Electric Power

Type	Motor (kW)	Power Supply Capacity(kVA)	Power Supply Voltage (AC/3-phase)	C&I Rated Current(A)	Power Feeder(mm) (from power room to exchanger controller)					
					20m	40m	60m	80m	100m	120m
Millennium & Modular	5.5	12	I	50	10	16	25	35	50	70
			II	30	6	6	10	16	16	16
			III	30	6	6	6	10	10	16
	7.5	14	I	60	10	25	35	50	50	50
			II	40	6	6	10	16	16	25
			III	30	6	6	6	10	16	16
	5.5x2/11	19	I	75	16	25	35	35	50	70
			II	50	6	10	16	25	25	25
			III	40	6	6	10	16	16	25
	7.5x2	27	I	125	25	35	50	95	95	120
			II	75	6	10	25	25	35	50
			III	75	6	10	16	25	25	35
H-Series	7.5x3	40	I	175	35	50	50	120	120	150
			II	100	10	25	35	35	50	50
			III	100	6	16	25	25	35	35
	7.5x4	52	I	225	35	95	120	120	185	185
			II	150	16	25	35	50	70	95
			III	125	10	25	25	35	35	50
	7.5x5	65	I	300	50	95	120	185	185	240
			II	175	16	35	50	70	95	95
			III	150	16	25	35	35	50	70
	7.5x6	78	I	350	50	120	150	185	240	300
			II	200	25	35	50	95	95	120
			III	180	16	25	35	50	70	95
H-Series	11	19	I	100	16	25	35	50	50	95
			II	60	6	10	16	25	25	25
			III	40	6	6	10	16	16	25
	16	25	I	125	25	35	50	70	95	120
			II	60	6	16	25	25	35	35
			III	50	6	10	16	16	25	25
	18.5	31	I	150	25	35	50	95	120	120
			II	75	10	16	25	35	35	35
			III	75	6	16	16	25	25	35
	22	36	I	175	25	50	95	120	120	150
			II	100	10	16	25	35	35	50
			III	95	6	16	25	35	35	50
H-Series	26	40	I	175	35	50	95	120	120	150
			II	125	16	25	35	35	50	50
			III	100	6	16	25	25	35	35

I	3Ø, 200V, 50Hz	3Ø, 220V, 60Hz
II	3Ø, 346V, 50Hz	3Ø, 380V, 60Hz
III	3Ø, 415V, 50Hz	3Ø, 460V, 60Hz



## **“Kualitas Terbaik bagi Kekuatan Rumah Anda”**



### **“Membangun tanpa Menghancurkan”**

Beton Ringan AAC (Autoclaved Aerated Concrete) Citicon adalah Bata Ringan berkualitas tinggi dengan bahan material ramah lingkungan. Citicon terbuat dari pasir silika dan semen berkualitas, serta diproses dengan teknologi Jerman berstandarisasi Deutsche Industrie Norm (DIN). Citicon adalah bata ringan yang ramah lingkungan karena dibuat dengan bahan baku dan melalui proses yang tidak merusak alam.

### **“Constructing without Destroying”**

*One of our greatest concerns is to produce strong and efficient building materials with low environmental impacts. Since its production uses low amount of raw material compared to other cementitious building materials and does not use clay, Citicon AAC offers advantages for people to build the buildings environmentally friendly.*







### KARAKTERISTIK



#### Karakteristik Khusus Citicon

Citicon berpori-pori lebih rapat karena menggunakan teknologi aerasi dengan expanding agent terbaik dari Jerman membuat Citicon menjadi ringan dan kuat. Bata Ringan Citicon berukuran presisi, bersudut siku, dan memiliki permukaan rata/halus dengan pori-pori lebih rapat karena dipotong dengan automated cutter.

#### Citicon Light Concrete Characteristics

One of Citicon AAC's characteristics is tiny pores along its surface. This is achieved through the aeration technology using German premium expanding agent. Citicon AAC offers precision, right angle with flat/fine surface and denser pore for is cut with automated cutter.



#### Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Panjang, L (mm)	: 600
Tinggi, H (mm)	: 200 ; 400
Tebal, T (mm)	: 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200

Berat jenis kering, ( $\rho$ )	: 530 kg/m <sup>3</sup>
Berat jenis normal, ( $\rho$ )	: 600 kg/m <sup>3</sup>
Kuat tekan, ( $\sigma$ )	: $\geq 4,0$ N/m <sup>2</sup>
Konduktifitas termis, ( $\lambda$ )	: 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m <sup>3</sup>	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

#### Citicon Light Concrete Technical Specifications

Length, L (mm)	: 600
Height, H (mm)	: 200 ; 400
Thick, T (mm)	: 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200

Dry Density, ( $\rho$ )	: 530 kg/m <sup>3</sup>
Field Density, ( $\rho$ )	: 600 kg/m <sup>3</sup>
Compressive Strength, ( $\sigma$ )	: $\geq 4.0$ N/m <sup>2</sup>
Thermal Conductivity, ( $\lambda$ )	: 0.14 w/mk

Thick	mm	75	100	125	150	175	200
Wall Area / m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Contents / m <sup>3</sup>	Block	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67



#### Perbandingan Bata Ringan Citicon terhadap Bata Konvensional

	Kecepatan Konstruksi (m <sup>2</sup> /hari)	Daya serap air $\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{h})}$	Tebal spesi (mm)	Berat (kg m <sup>3</sup> )	Insulasi panas (W/mK)	Ketahanan terhadap api (jam)
Citicon	> 20	4 - 6	3	600	0.14	3
Bata konvensional	6-8	22 - 30	20 - 30	1500	0.65	2

#### Comparison of Citicon Light Concrete with Red Brick

	Speed of Installation (m <sup>2</sup> /day)	Water Absorption $\frac{\text{kg}}{(\text{m}^2 \cdot \text{h})}$	Use of Mortar Measured (mm)	Density (kg m <sup>3</sup> )	Thermal Conductivity (W/mK)	Fire Resistance (hours)
Citicon	> 20	4 - 6	3	600	0.14	3
Red Brick	6-8	22 - 30	20 - 30	1500	0.65	2



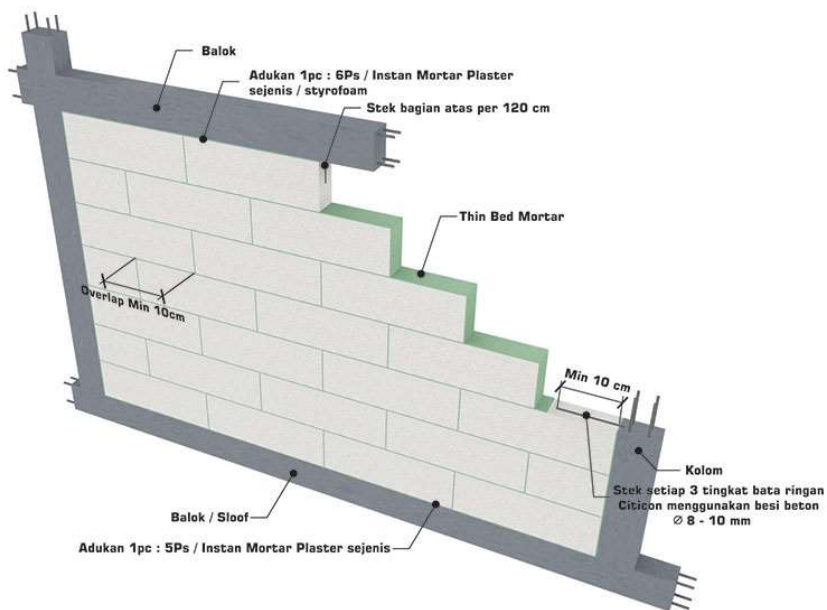


#### **Benefits of Citicon Light Concrete**

- **Earthquake Resistance** *Citicon AAC has a good resistance to severe vibration or earthquake. Citicon's lightweight reduces the risk of building collapse and brings calm when an earthquake occurs.*
  - **Low Water Absorption** *Citicon AAC has low water absorption, which is more resist to fluid. It brings healthy and comfortable living.*
  - **Sound Barrier** *Citicon AAC is a highly effective sound barrier. It gives significant reduction of noise from outside building.*
  - **High Speed, Easy Installation and Presentable** *Citicon AAC's light weight and precision in size offers high workability.*
  - **Effective and Efficient** *As a result of faster installation, it leads to cost savings compared to conventional building materials.*
  - **Fire Resistance** *Its characteristic of being thermal insulated gives maximum protection in the event fire.*
  - **Thermal Insulation and Energy Savings** *With tremendous thermal insulation, the application of Citicon AAC may contribute to the electricity cost savings and reduce the need for air conditioning.*
- #### **Keunggulan Bata Ringan Citicon**
- **Tahan Gempa** Karena mempunyai berat jenis yang ringan, Bata Ringan Citicon mempunyai ketahanan yang baik terhadap getaran hebat atau gempa sehingga para pemilik bangunan dan kontraktor tidak perlu khawatir akan efek gempa.
  - **Daya Serap Air Rendah** Citicon mempunyai daya serap air yang rendah sehingga membuat para kontraktor dan pemilik bangunan merasa lebih nyaman karena resiko terjadinya flek pada dinding akan berkurang.
  - **Tahan Bising** Para pemilik dan penghuni bangunan dapat memiliki privasi yang lebih karena Bata Ringan Citicon mampu menyerap gelombang suara dengan baik.
  - **Cepat dan Rapi** Ukuran Bata Ringan Citicon yang presisi dan bersudut siku serta berat yang lebih ringan dari bata konvensional membuat dinding lebih rapi dan dapat mempercepat pengerjaan konstruksi.
  - **Hemat dan Akurat** Dengan dimensi yang standard dan konsisten maka perhitungan dan estimasi biaya dalam pengerjaan konstruksi menjadi lebih mudah.
  - **Tahan Api** Sifat perambatan panas rendah yang dimiliki Bata Ringan Citicon membuat bangunan tahan terhadap api lebih dari 1000 Celcius sehingga dapat melindungi harta dan nyawa anda.
  - **Sejuk dan Hemat Energi** Memiliki sifat insulasi panas yang baik, Citicon membuat ruangan lebih sejuk sehingga Anda dapat menghemat biaya listrik dan energi listrik untuk pendingin ruangan.



**Isometri Pemasangan Bata Ringan Citicon**  
*Installation of Bricks Lightweight Isometri Citicon*







**Tabel Luasan Dinding Pengisi dengan Kolom Praktis**  
**Table Extents Wall Charger with Column Practical**

Kondisi luasan dinding pengisi terjepit 4 sisi ☐

Tinggi Dinding (m)	Panjang Dinding (m)							
	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
2,50	75	75	75	100	100	100	100	100
3,00	75	75	100	100	100	125	125	125
3,50	100	100	100	125	125	125	150	150
4,00	125	125	125	125	125	150	150	175
4,50	150	150	150	150	150	150	175	175

\*Tebal Bata Ringan Citicon dalam mm

Kondisi luasan dinding pengisi terjepit 3 sisi ☐

Tinggi Dinding (m)	Panjang Dinding (m)							
	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
2,50	75	75	100	100	100	125	125	125
3,00	75	100	100	125	125	125	150	150
3,50	100	100	125	125	150	150	150	175
4,00	125	125	125	125	150	150	175	200
4,50	150	150	150	150	150	175	200	200

\*Tebal Bata Ringan Citicon dalam mm

## KEUNGGULAN BATA RINGAN CITICON

### TAHAN GEMPA



Karena mempunyai berat jenis yang ringan, Bata Ringan Citicon mempunyai ketahanan yang baik terhadap getaran hebat atau gempa sehingga Anda tidak perlu khawatir akan efek gempa.

### TAHAN API



Sifat perambatan panas rendah yang dimiliki Bata Ringan Citicon membuat bangunan tahan terhadap api lebih dari 1000° Celcius sehingga dapat melindungi harta dan nyawa Anda.

### SEJUK & HEMAT ENERGI



Memiliki sifat insulasi panas yang baik, Citicon membuat ruangan lebih sejuk sehingga Anda dapat menghemat biaya listrik dan energi listrik untuk pendingin ruangan.

### TAHAN BISING



Anda dapat memiliki privasi yang lebih karena Bata Ringan Citicon mampu menyerap gelombang suara dengan baik.

### DAYA SERAP AIR RENDAH



Citicon mempunyai daya serap air yang rendah sehingga bangunan Anda terasa lebih nyaman karena resiko terjadinya flek pada dinding akan berkurang.

### HEMAT DAN AKURAT

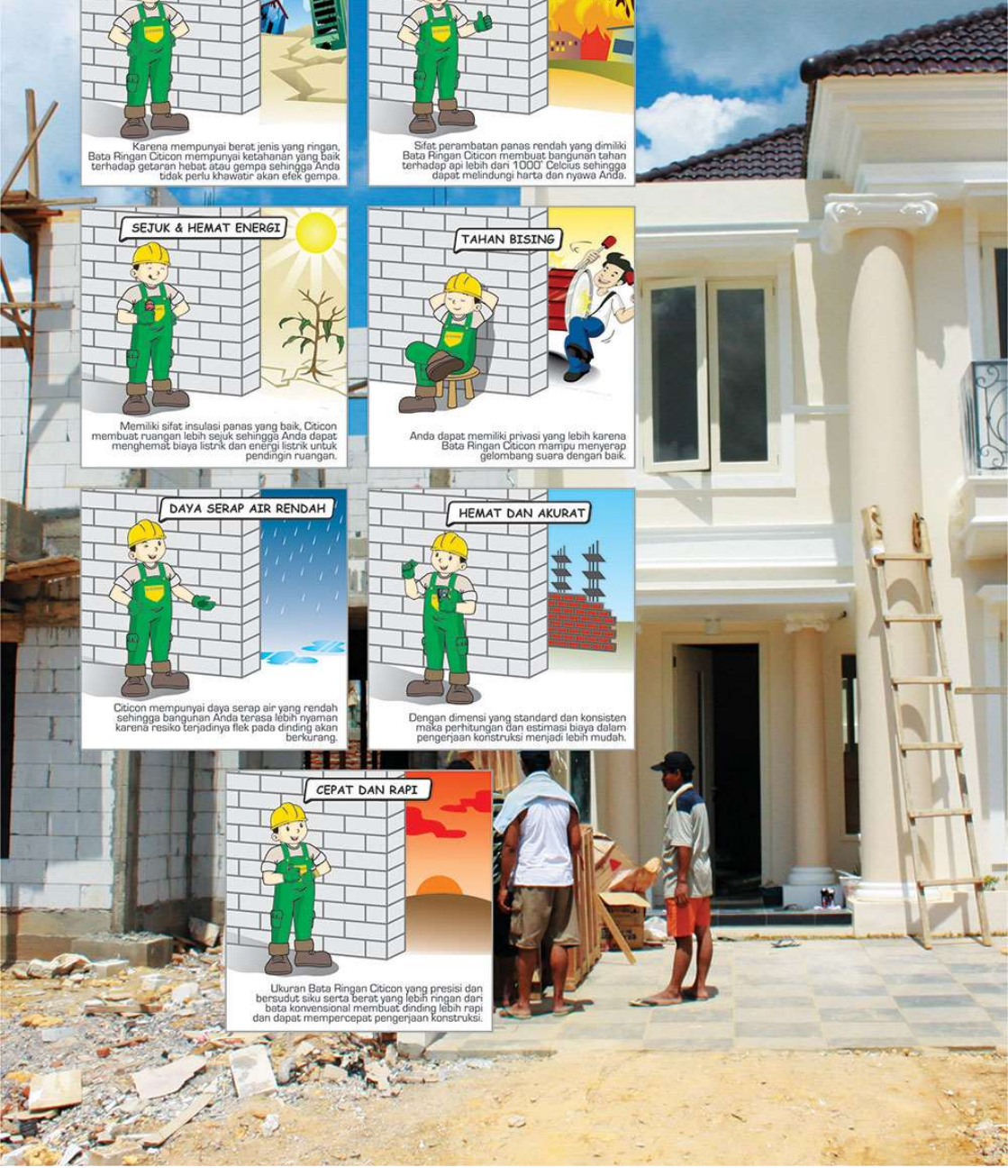


Dengan dimensi yang standard dan konsisten maka perhitungan dan estimasi biaya dalam pengerjaan konstruksi menjadi lebih mudah.

### CEPAT DAN RAPI



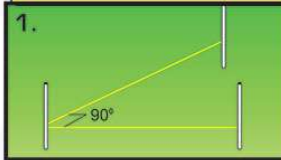
Ukuran Bata Ringan Citicon yang presisi dan bersudut siku serta berat yang lebih ringan dari bata konvensional membuat dinding lebih rapi dan dapat mempercepat pengerjaan konstruksi.





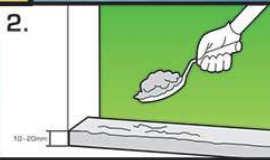
**CARA PEMASANGAN BATA RINGAN**

1.



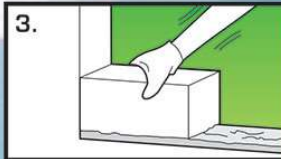
Siapkan sloof & pondasi.  
Tancapkan benang & gunakan water pass

2.



Lapisan dasar > gunakan semen instan &  
tebarkan secara merata

3.



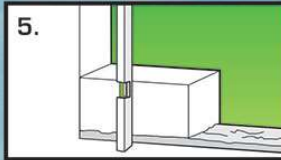
Letakkan Bata Ringan Citicon di atas adukan  
semen instan

4.



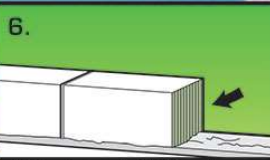
Tekan permukaan bata (menggunakan palu karet)  
agar rata sesuai dengan tancapkan benang

5.



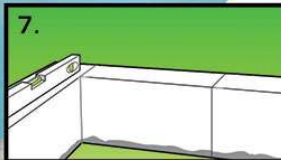
Periksa kerataan dengan water pass

6.



Rekatkan bagian vertikal Bata Ringan dengan  
thin bed mortar

7.



Letakkan blok pada masing - masing  
ujung dinding periksa kerataan dengan waterpass.

8.



Letakkan adukan thin bed mortar dengan  
trowel ke arah vertikal, lalu horisontal.  
Pastikan seluruh permukaan bata tertutup adukan

9.



Letakkan Bata Ringan CITICON di atas adukan  
semen instan

10.



Gunakan pecahan Bata Ringan untuk meratakan  
permukaan dinding

**CARA PEMOTONGAN BATA RINGAN**

1.



Buat garis dengan besi siku

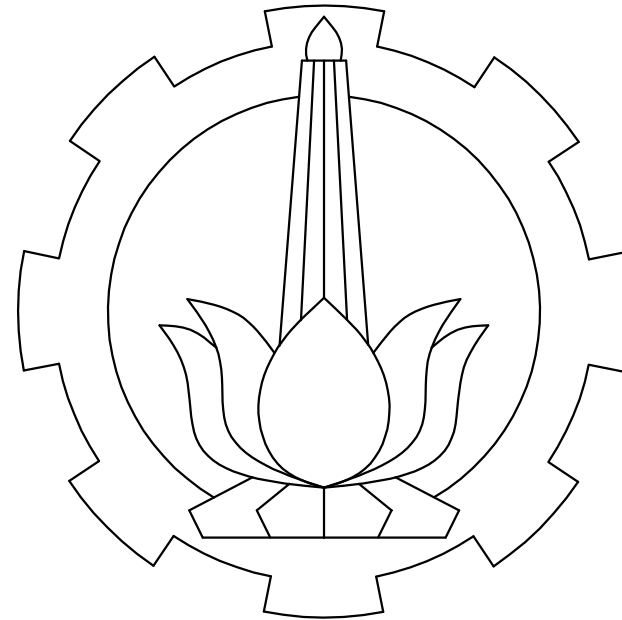
2.



Gunakan gergaji untuk memotong balok



# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR



**TAUFIQ HIDAYAT**  
**NRP. 10111410000056**

## **DOSEN PEMBIMBING**

**R. BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.**  
**NIP. 19740203 200212 1 002**

**AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.**  
**NIP. 19840919 201504 1 001**

**PROGRAM STUDI D-IV**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2018**



# DAFTAR GAMBAR



KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	SKALA	NOMOR GAMBAR
•	COVER	NTS	-
•	DAFTAR GAMBAR	NTS	-
ARSITEKTUR			
ARS	DENAH BASEMENT 3	1 : 200	01
ARS	DENAH BASEMENT 2	1 : 200	02
ARS	DENAH BASEMENT 1	1 : 350	03
ARS	DENAH LANTAI 1	1 : 350	04
ARS	DENAH LANTAI 2 s/d 6	1 : 350	05
ARS	DENAH LANTAI ATAP	1 : 350	06
DENAH SLOOF, BALOK DAN KOLOM			
STR	DENAH KOLOM DAN SLOOF BASEMENT 3	1 : 200	07
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 2	1 : 200	08
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1	1 : 350	09
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION A	1 : 200	10
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION B	1 : 200	11
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION C	1 : 200	12
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1	1 : 350	13
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION A	1 : 200	14
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION B	1 : 200	15
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION C	1 : 200	16
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6	1 : 350	17
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION A	1 : 200	18
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION B	1 : 200	19
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION C	1 : 200	20
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK ATAP	1 : 350	21

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	SKALA	NOMOR GAMBAR
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION A	1 : 200	22
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION B	1 : 200	23
STR	DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION C	1 : 200	24
DENAH PELAT			
STR	DENAH PELAT BASEMENT 2	1 : 200	25
STR	DENAH PELAT BASEMENT 1	1 : 350	26
STR	DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION A	1 : 200	27
STR	DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION B	1 : 200	28
STR	DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION C	1 : 200	29
STR	DENAH PELAT LANTAI 1	1 : 350	30
STR	DENAH PELAT LANTAI 1 SECTION A	1 : 200	31
STR	DENAH PELAT LANTAI 1 SECTION B	1 : 200	32
STR	DENAH PELAT LANTAI 1 SECTION C	1 : 200	33
STR	DENAH PELAT LANTAI 2s/d 6, DAN ATAP	1 : 350	34
STR	DENAH PELAT LANTAI 2s/d 6, DAN ATAP SECTION A	1 : 200	35
STR	DENAH PELAT LANTAI 2s/d 6, DAN ATAP SECTION B	1 : 200	36
STR	DENAH PELAT LANTAI 2s/d 6, DAN ATAP SECTION C	1 : 200	37
DETAIL PELAT			
STR	PENGATURAN PEMASANGAN PELAT HS-1	1 : 50	38
STR	PENGATURAN PEMASANGAN PELAT HS-2 DAN HS-3	1 : 50	39
STR	TAMPAK ATAS HS-1A	1 : 30	40
STR	PEMBESIAN DAN DETAIL HS-1A	1 : 30	41
STR	TAMPAK ATAS HS-1B	1 : 30	42
STR	PEMBESIAN DAN DETAIL HS-1B	1 : 30	43
STR	TAMPAK ATAS HS-1B1	1 : 30	44

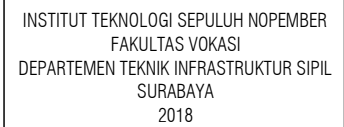


# DAFTAR GAMBAR



KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	SKALA	NOMOR GAMBAR
STR	PEMBESIAN DAN DETAIL HS-1B1	1 : 30	45
STR	TAMPAK ATAS HS-2	1 : 30	46
STR	PEMBESIAN DAN DETAIL HS-2	1 : 30	47
STR	TAMPAK ATAS HS-3A	1 : 30	48
STR	PEMBESIAN DAN DETAIL HS-3A	1 : 30	49
STR	TAMPAK ATAS HS-3B	1 : 30	50
STR	PEMBESIAN DAN DETAIL HS-3B	1 : 30	51
STR	DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE A	1 : 30	52
STR	DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE B	1 : 30	53
STR	DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE C	1 : 30	54
STR	DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE D	1 : 30	55
TANGGA			
STR	DENAH DAN PENULANGAN TANGGA	1 : 35	56
STR	POTONGAN A DAN B	1 : 35	57
STR	DETAIL 1 DAN 2	1 : 15	58
DETAIL BALOK			
STR	DETAIL BALOK B1-MELINTANG	1 : 25	59
STR	DETAIL BALOK B1-MEMANJANG	1 : 25	60
STR	DETAIL BALOK B1-MELINTANG PENDEK	1 : 25	61
STR	DETAIL BALOK B2	1 : 25	62
STR	DETAIL BALOK BA1	1 : 25	63
STR	DETAIL SLOOF 40/70	1 : 25	64
PORTAL DAN SAMBUNGAN			
STR	PORTAL AS - 1	1 : 300	65
STR	DETAIL 1	1 : 30	66

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	SKALA	NOMOR GAMBAR
STR	PORTAL AS - 6	1 : 200	67
STR	DETAIL KOLOM DAN SAMBUNGAN	1 : 20	68
RETAINING WALL			
ARS	LAY-OUT	1 : 350	69
ARS	POTONGAN A-A	1 : 200	70
ARS	POTONGAN B-B	1 : 300	71
STR	DENAH RETAINIG WALL SISI DEPAN (EV. -3.50)	1 : 350	72
STR	DETAIL A	1 : 50	73
STR	DENAH RETAINIG WALL SISI BELAKANG (EV. -7.00)	1 : 350	74
STR	DENAH RETAINIG WALL SISI BELAKANG (EV. -10.50)	1 : 350	75
STR	DETAIL B	1 : 50	76



### PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT	10111410000056
----------------	----------------

[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
--------------	-------

DENAH BASEMENT 3	1 : 200
------------------	---------

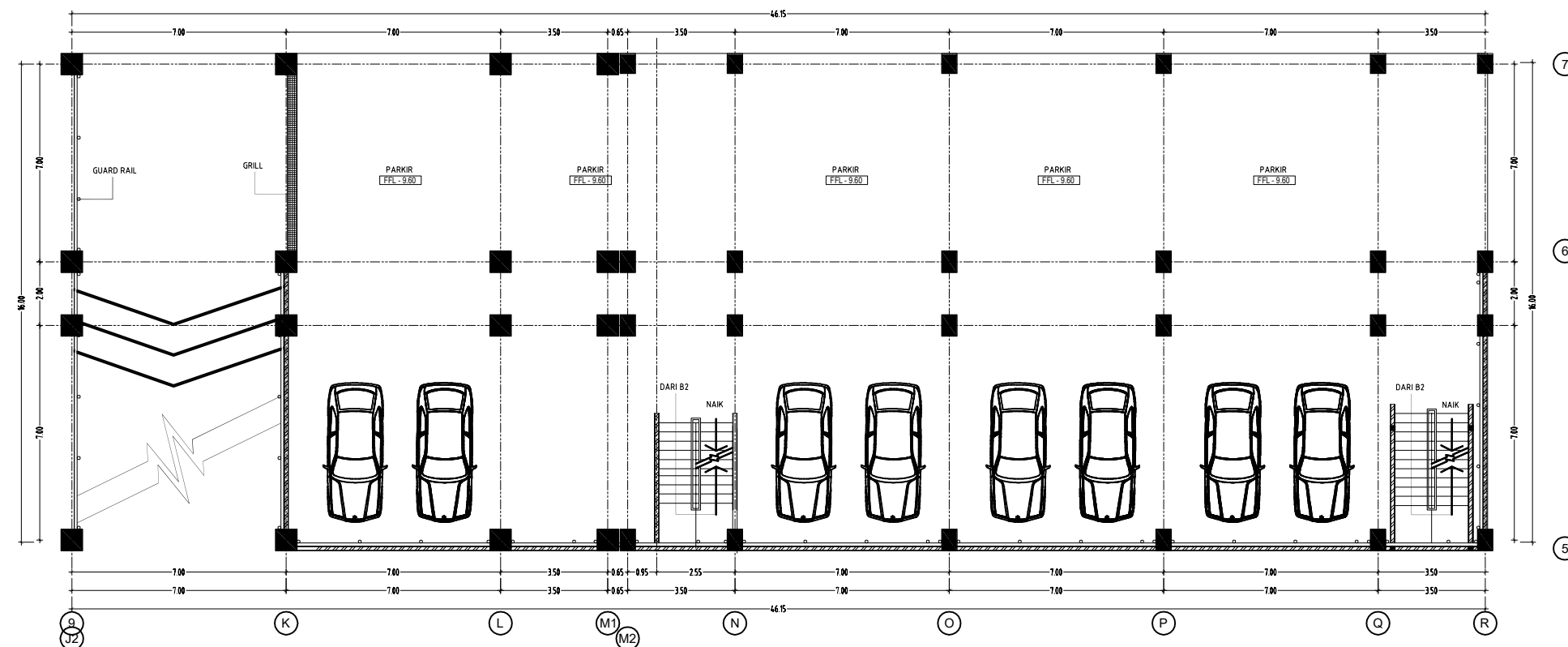
DOKUMEN	KODE	NO. LBR

KODE	NO. LBR
------	---------

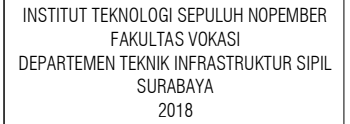
ARS	01
-----	----

TGL. JULI 2018		
----------------	--	--

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 200  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)



### PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR  
HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN  
BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT	10111410000056
----------------	----------------

[illegible]

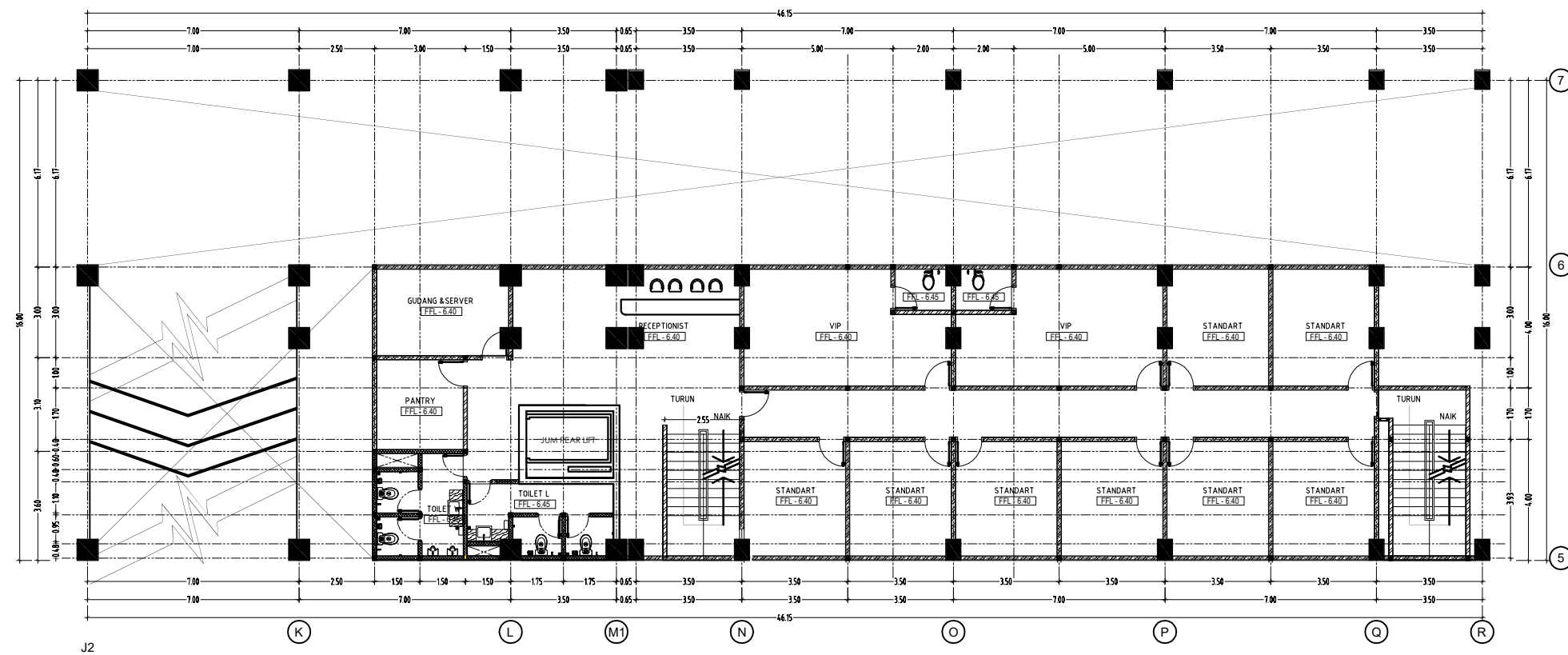
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

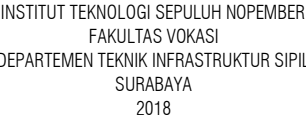
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH BASEMENT 2	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	ARS	02

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 200  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)



## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DA BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,M  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

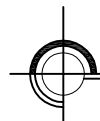
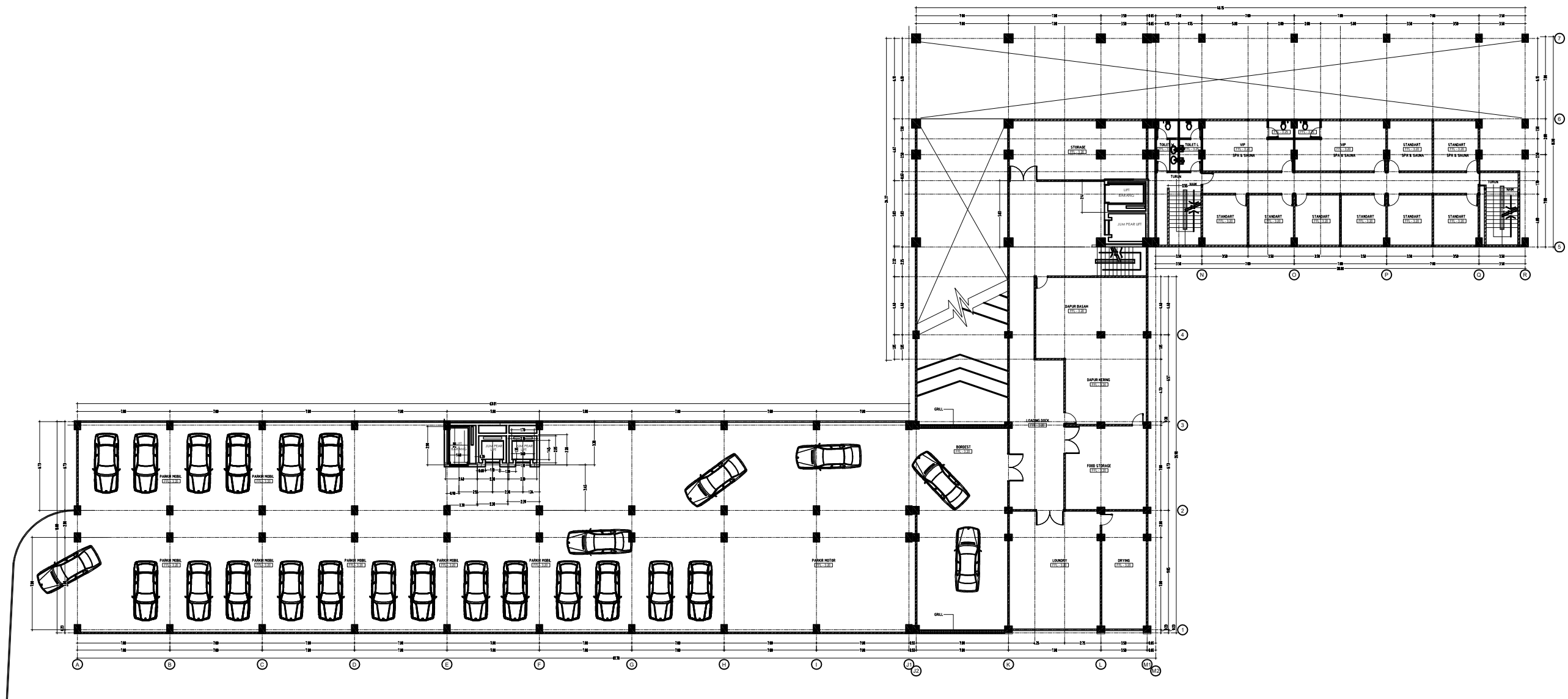
[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

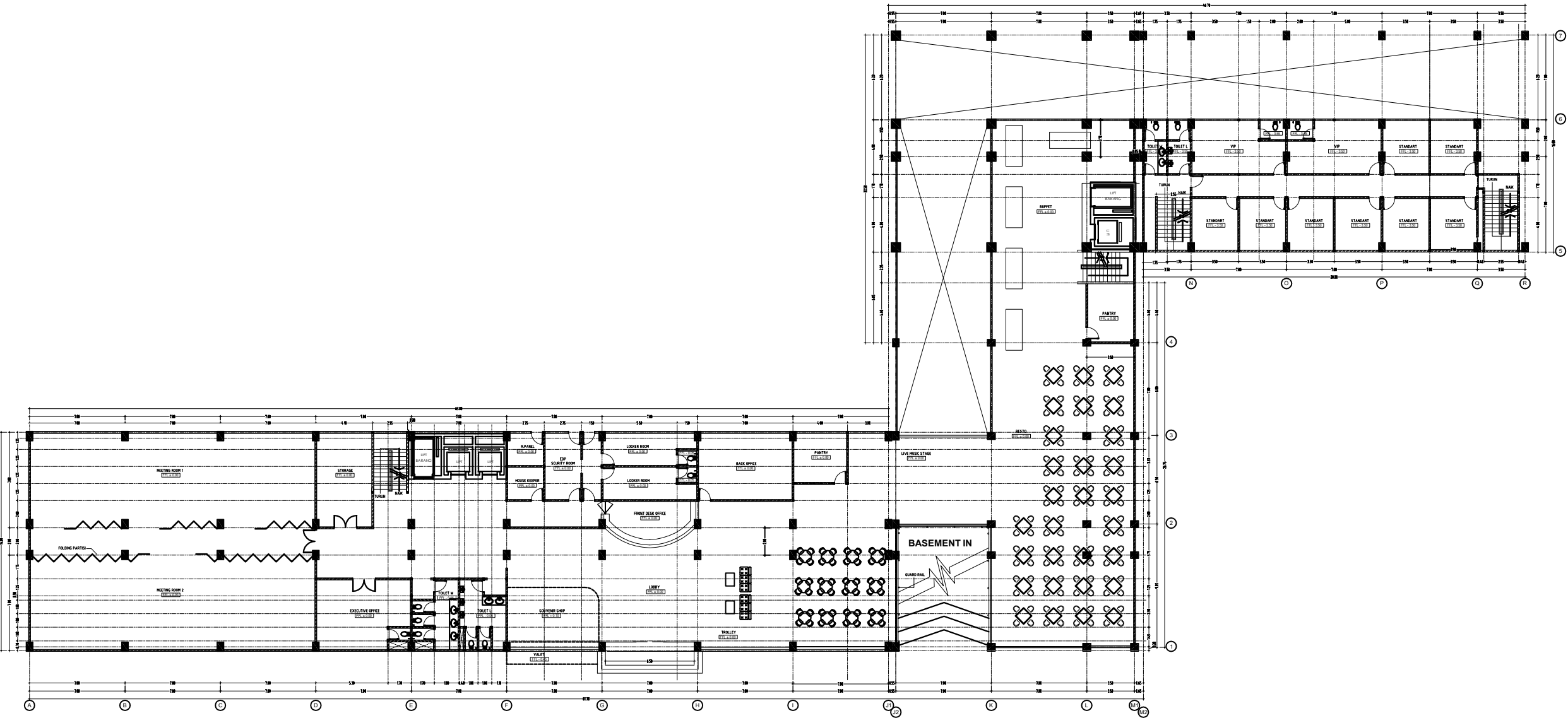
JUDUL GAMBAR		SKALA
DENAH BASEMENT 1		1 : 200
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	03
	TGL. JULI 2018	

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.

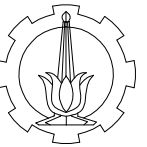


## DENAH BASEMENT 1

SKALA 1 : 350  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)



**DENAH LANTAI 1**  
SKALA 1 : 350  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR  
HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN  
BALOK DI KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR		SKALA
DENAH BASEMENT 1		1 : 200
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	04
TGL. JULI 2018		
HAK CIPTA : SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.		



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR  
HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN  
BALOK DI KOTA BATU, MALANG JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

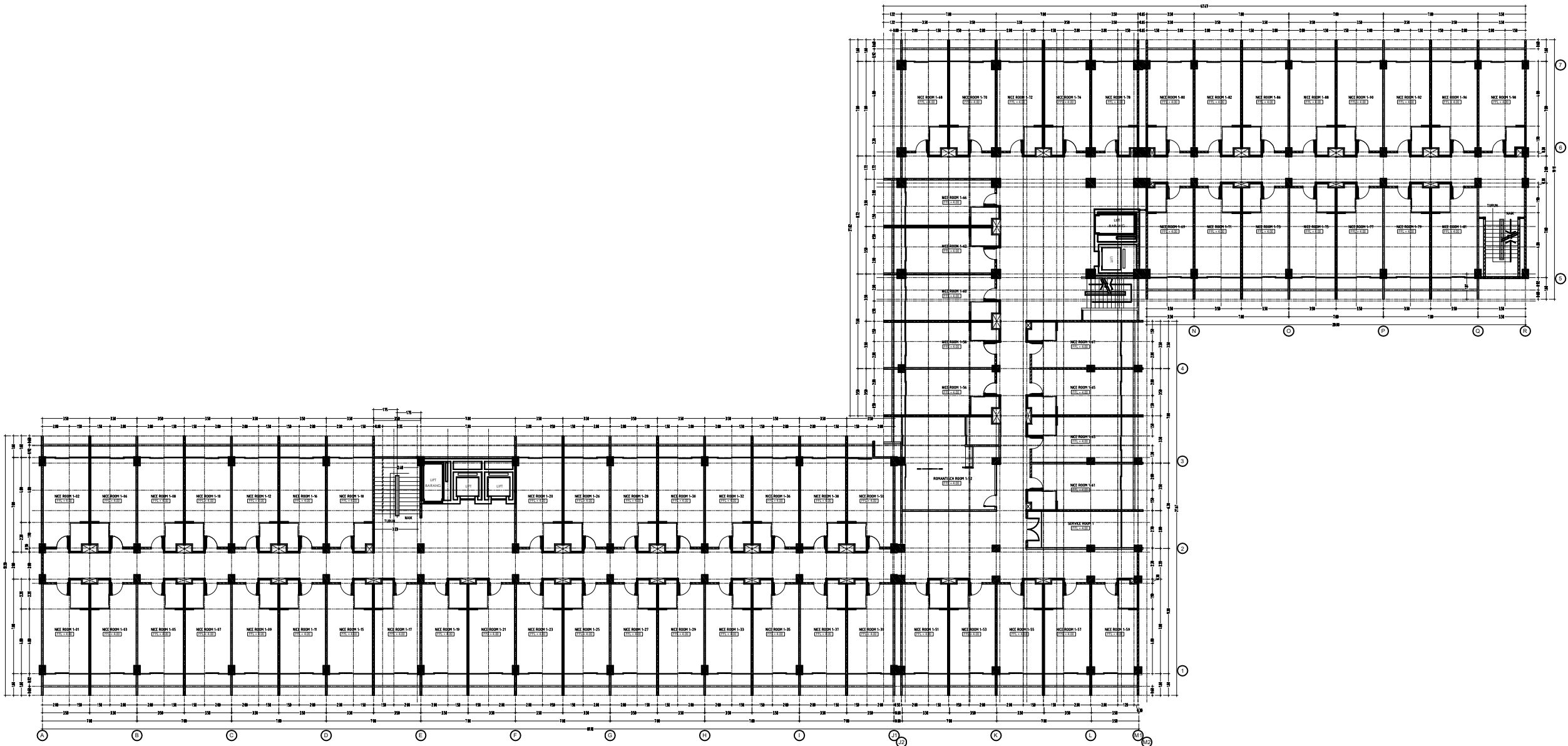
NAMA BANGUNAN

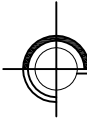
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH BASEMENT 1	1 : 200

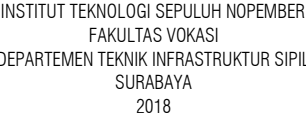
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE ARS	NO. LBR 05
-------------------------	-------------	---------------

TGL. JULI 2018  
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.



DENAH LANTAI 2 s/d 6  
SKALA 1 : 350  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)





## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DA BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

**PETERANGAN**

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,M  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

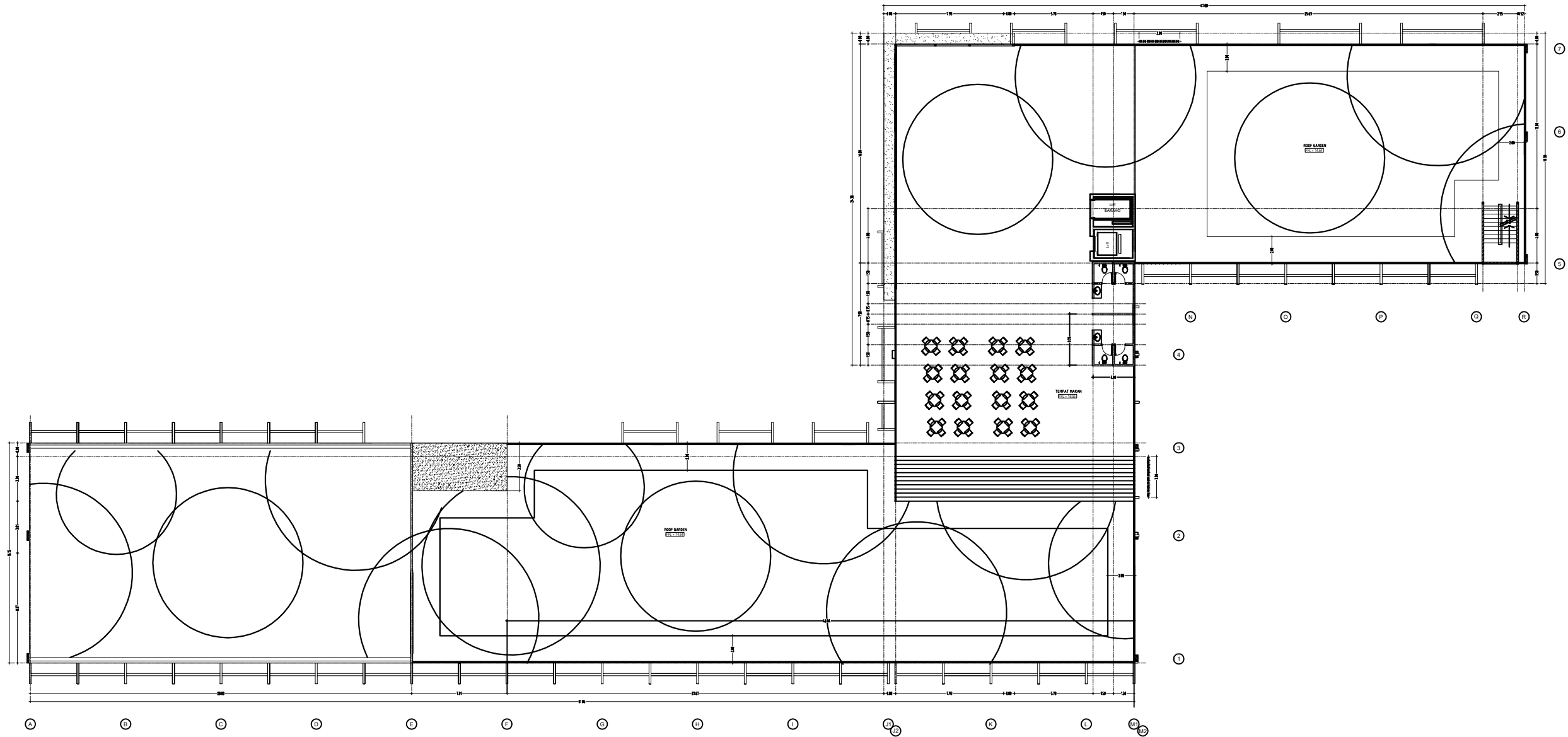
[illegible]

NAMA BANGUNAN

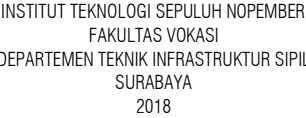
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR		SKALA
DENAH BASEMENT 1		1 : 200
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	06
	TGL. JULI 2018	

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 350  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOPE HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK D KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKA

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

## MOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

## MOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

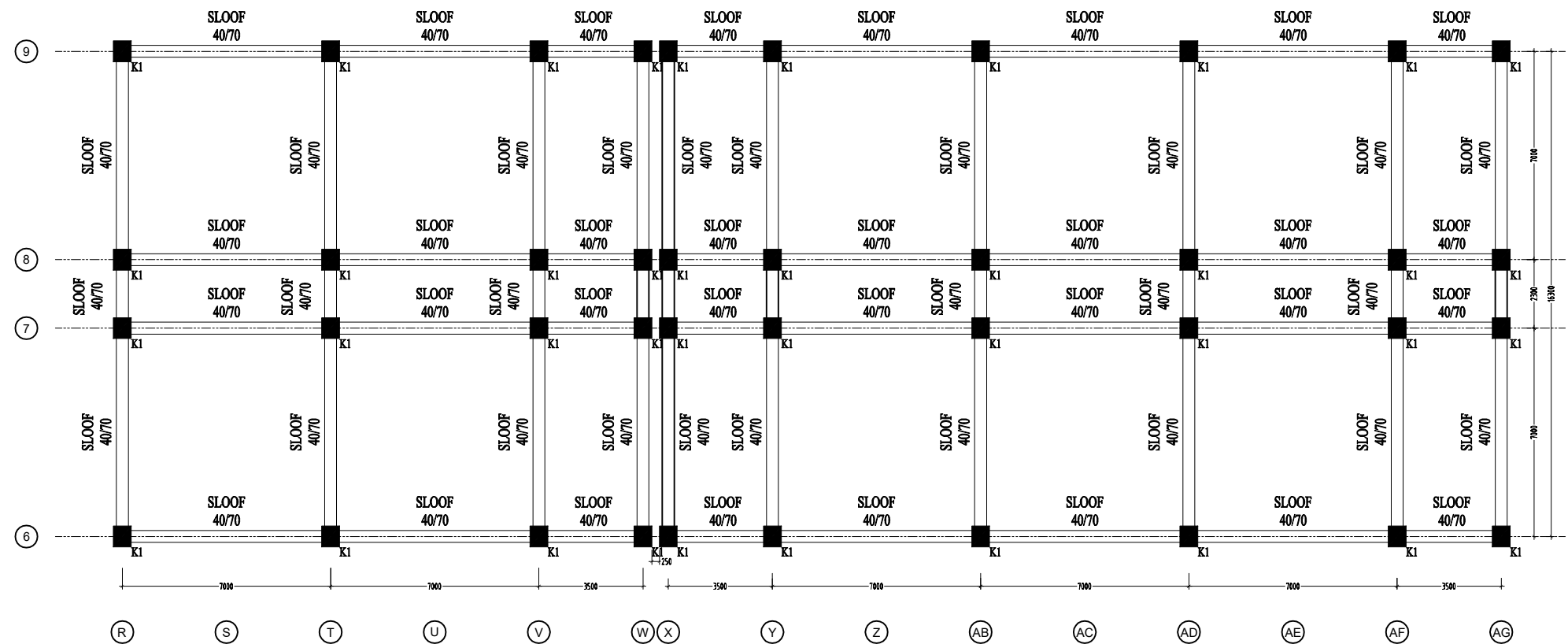
## JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

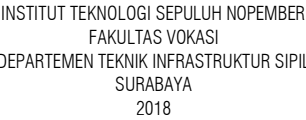
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN SLOOF BASEMENT 3	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	07

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 200



### PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

## MAKNA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 2	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	08

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.

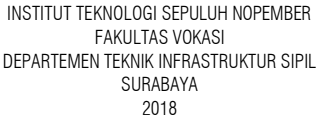


<b>B1-MEL</b>	: BALOK 40 X 65 CM
<b>B1-MEM</b>	: BALOK 40 X 65 CM
<b>B1-PENDEK</b>	: BALOK 40 X 65 CM
<b>B2</b>	: BALOK 30 X 50 CM
<b>BA1</b>	: BALOK 30 X 45 CM



SKALA 1 : 200

TABEL BALOK INDUK PRECAST BASEMENT 2						
TIPE BALOK	T. SELIMUT (mm)	H. PRECAST (mm)	B. PRECAST (mm)	PANJANG (mm)	BERAT (kg)	JUMLAH
B1-MEL	50	500	400	6300	3024	20
B1-MEM	50	500	400	6400	3072	20
B1-PENDEK	50	500	400	1600	768	10
B2	50	300	300	2900	730	12
BA1	50	350	300	6600	1425	4



### PROYEK AKHIR TERAPAN

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

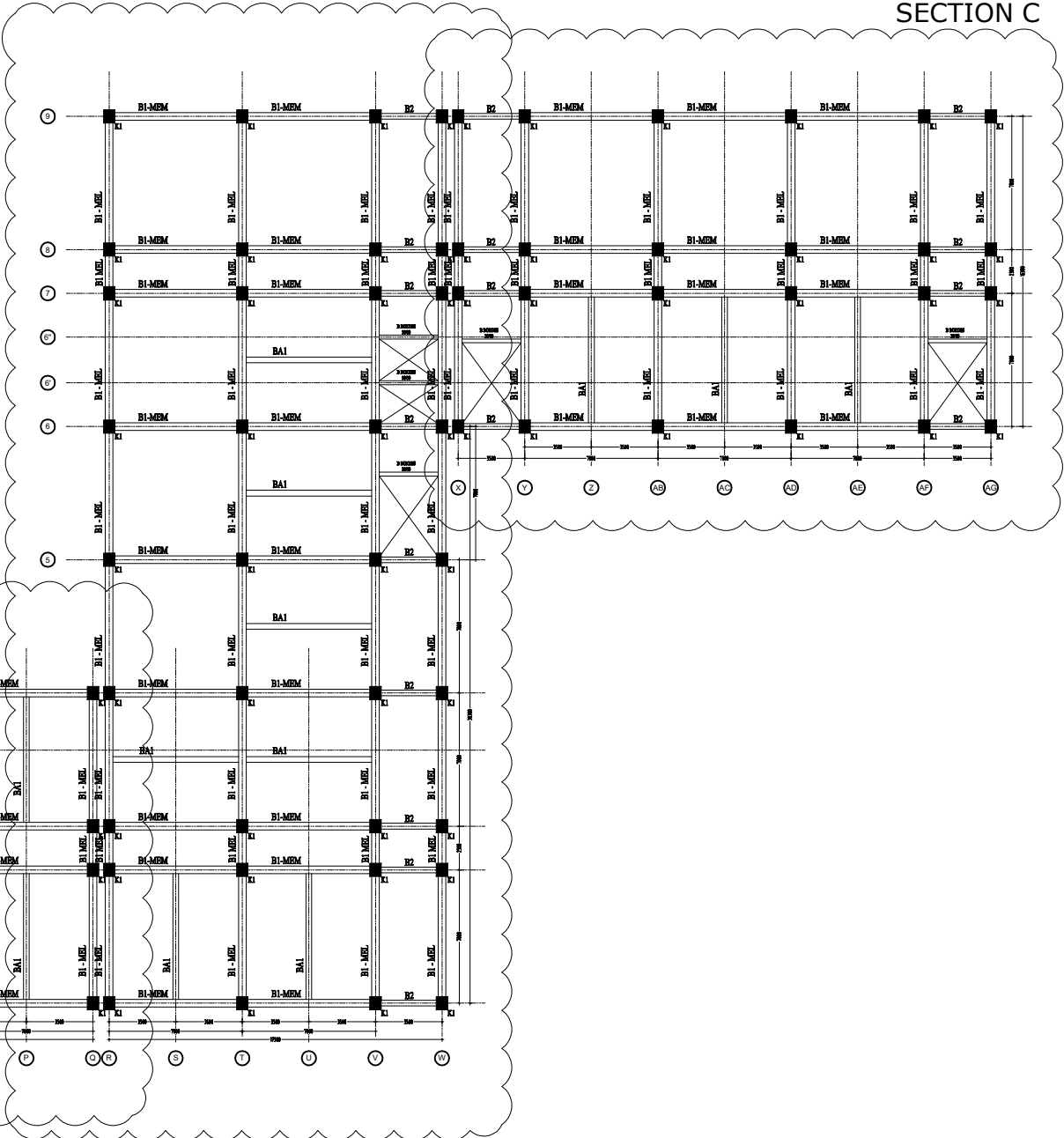
TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

HOTEL HARVEST

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	09

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.

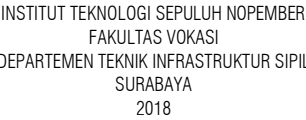
## SECTION C



**B1-MEL** : BALOK **40 X 65** CM  
**B1-MEM** : BALOK **40 X 65** CM  
**B1-PENDEK** : BALOK **40 X 65** CM  
**B2** : BALOK **30 X 50** CM  
**BA1** : BALOK **30 X 45** CM

 DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1

SKALA 1 : 350



### PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

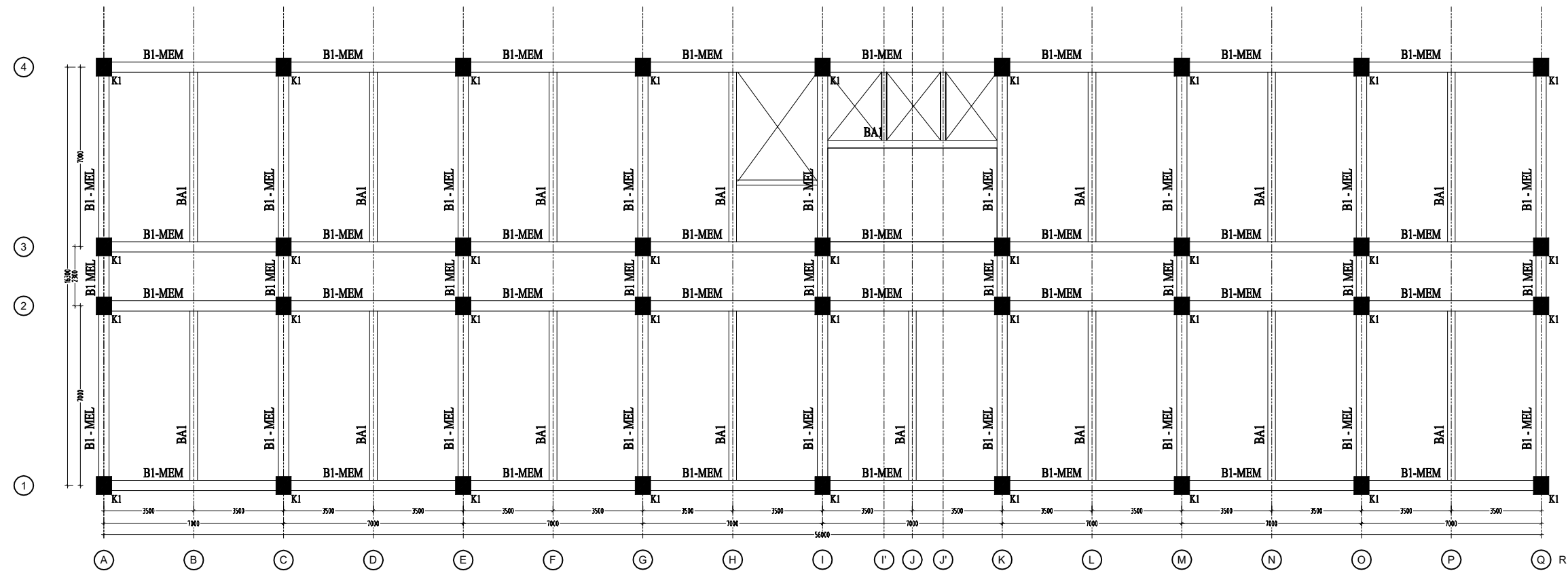
JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

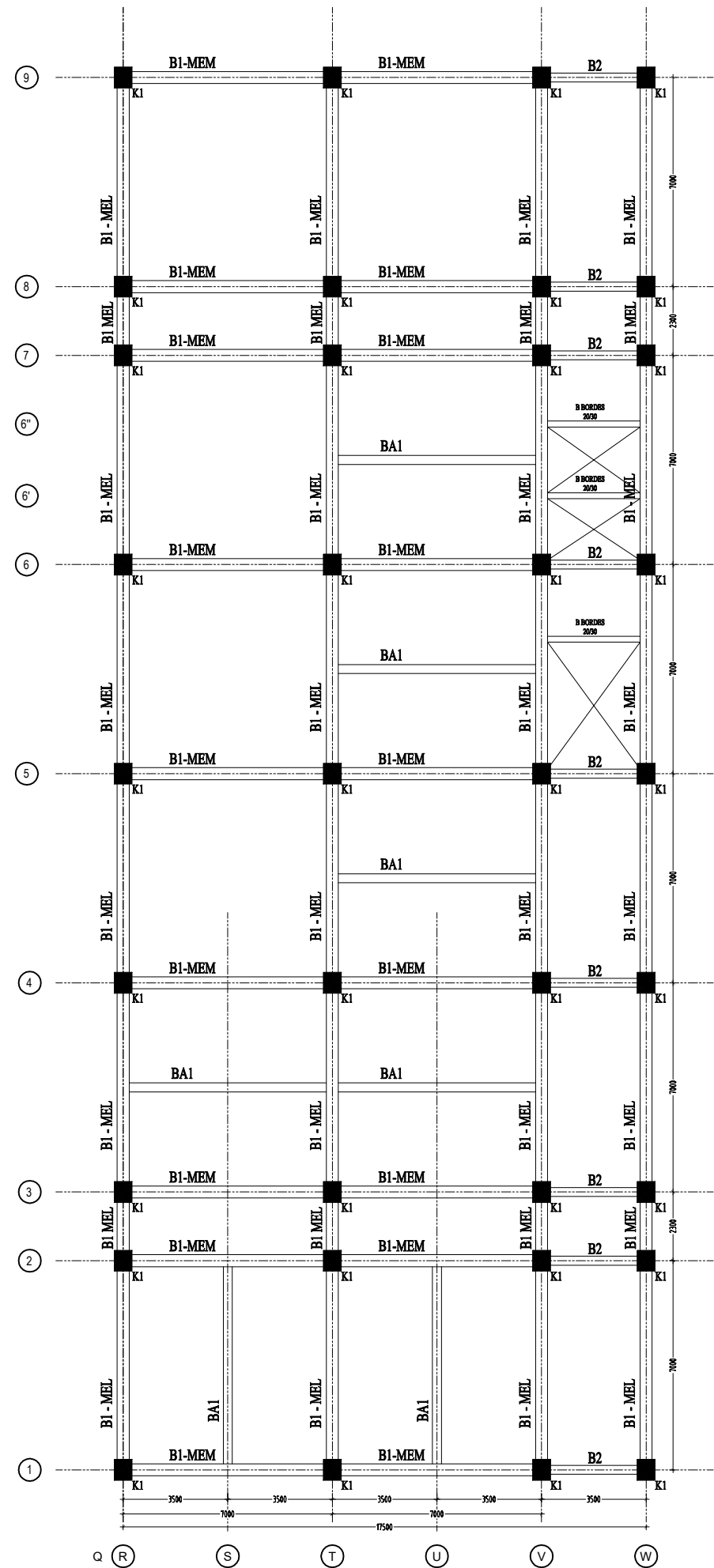
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION A	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	10

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 200



 **DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION B**  
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

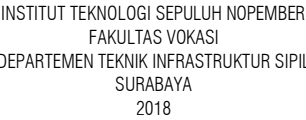
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION B	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	11

TGL. JULI 2018  
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

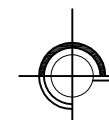
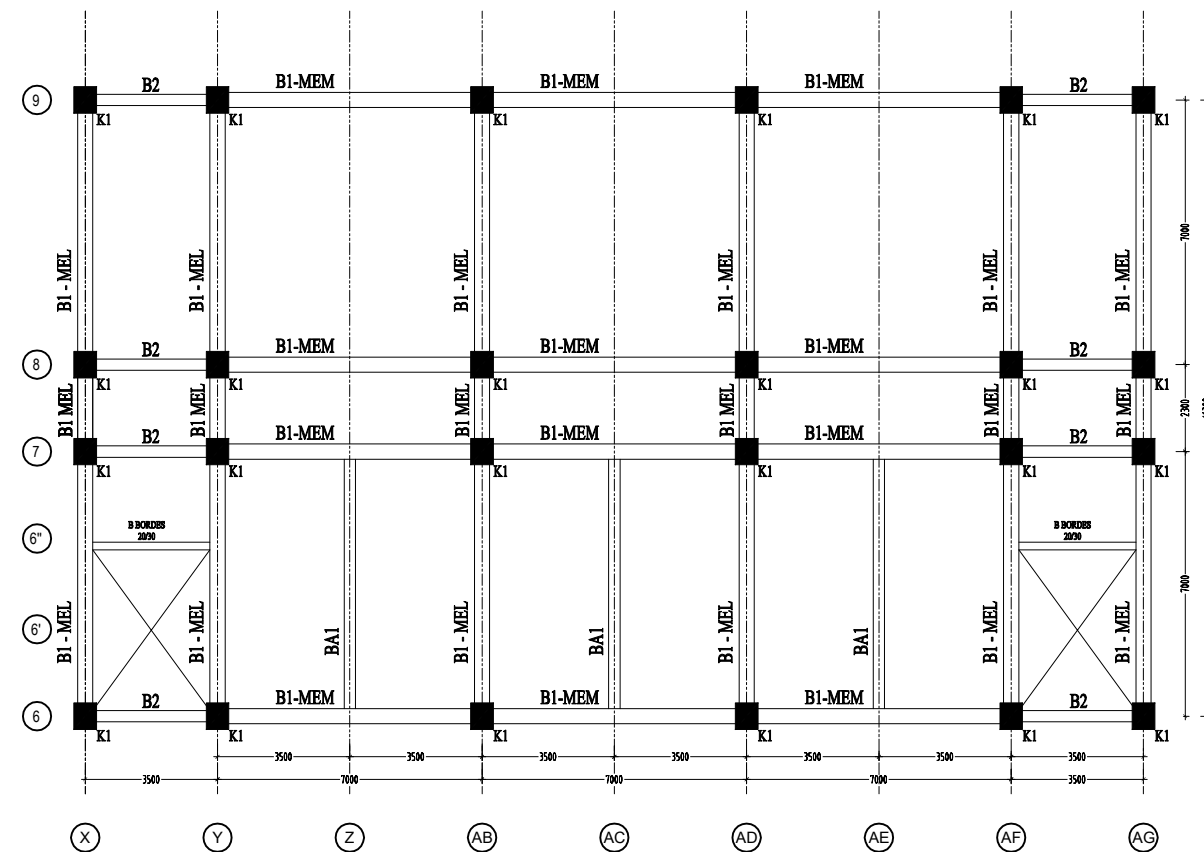
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION C	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	12

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH KOLOM DAN BALOK BASEMENT 1 SECTION C

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1	1 : 350

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE STR	NO. LBR 13
-------------------------	-------------	---------------

TGL. JULI 2018  
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.

SECTION B

SECTION C

SECTION A

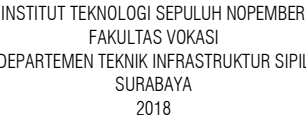
LEGENDA :

B1-MEL : BALOK 40 X 65 CM  
B1-MEM : BALOK 40 X 65 CM  
B1-PENDEK : BALOK 40 X 65 CM  
B2 : BALOK 30 X 50 CM  
BA1 : BALOK 30 X 45 CM

TABEL BALOK INDUK PRECAST LANTAI 1						
TIPE BALOK	T. SELIMUT (mm)	H. PRECAST (mm)	B. PRECAST (mm)	PANJANG (mm)	BERAT (kg)	JUMLAH
B1-MEL	50	500	400	6300	3024	54
B1-MEM	50	500	400	6400	3072	62
B1-PENDEK	50	500	400	1600	768	23
B2	50	300	300	2900	730	17
BA1	50	350	300	6600	1425	26







### PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

**PETERANGAN**

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

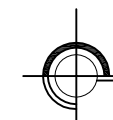
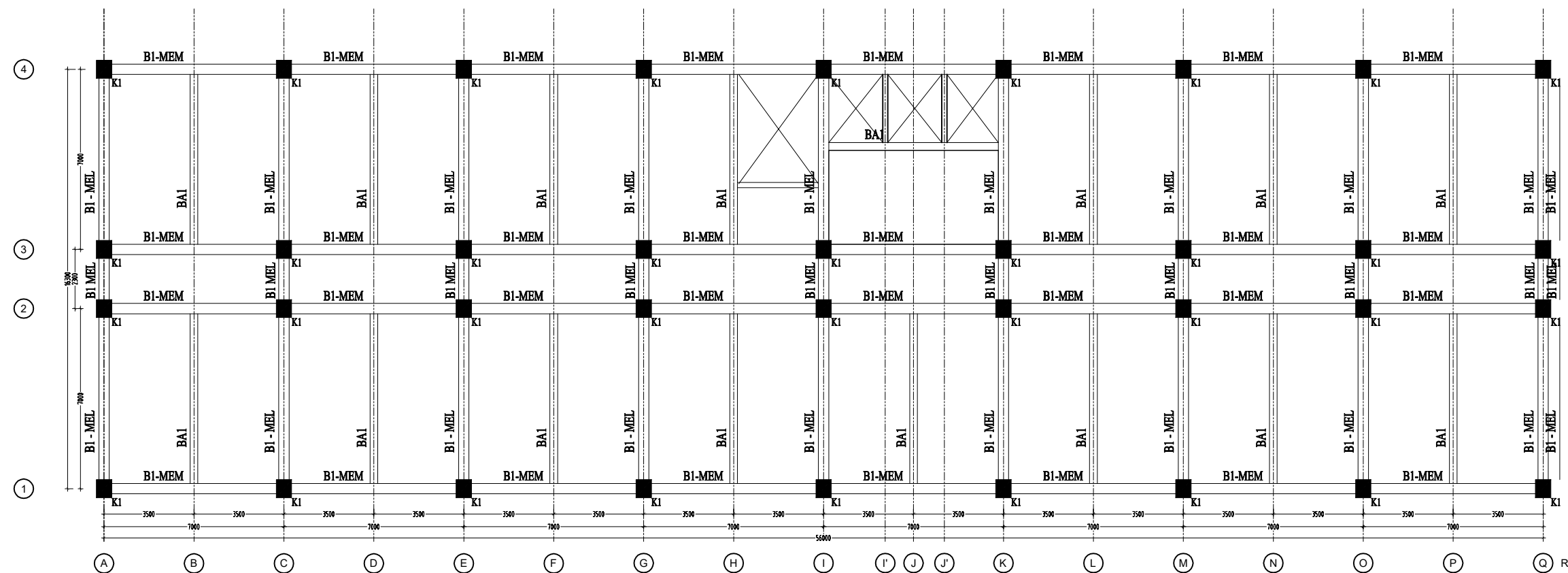
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION A	1 : 200

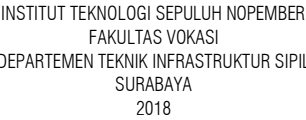
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	14

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION A

SKALA 1 : 200



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

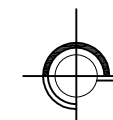
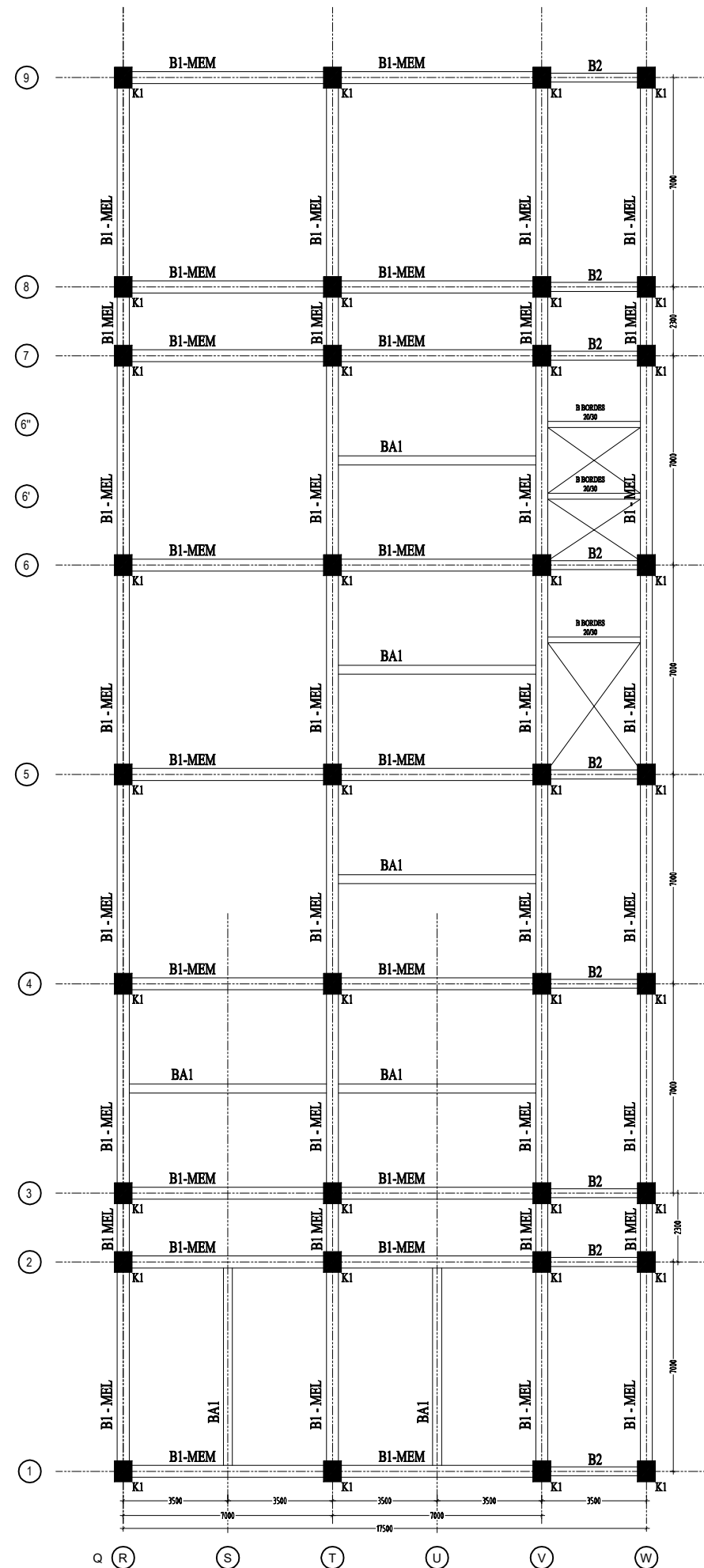
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION B	1 : 200

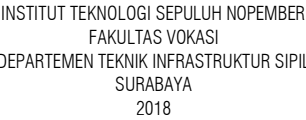
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	15

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION B

SKALA 1 : 200



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

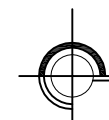
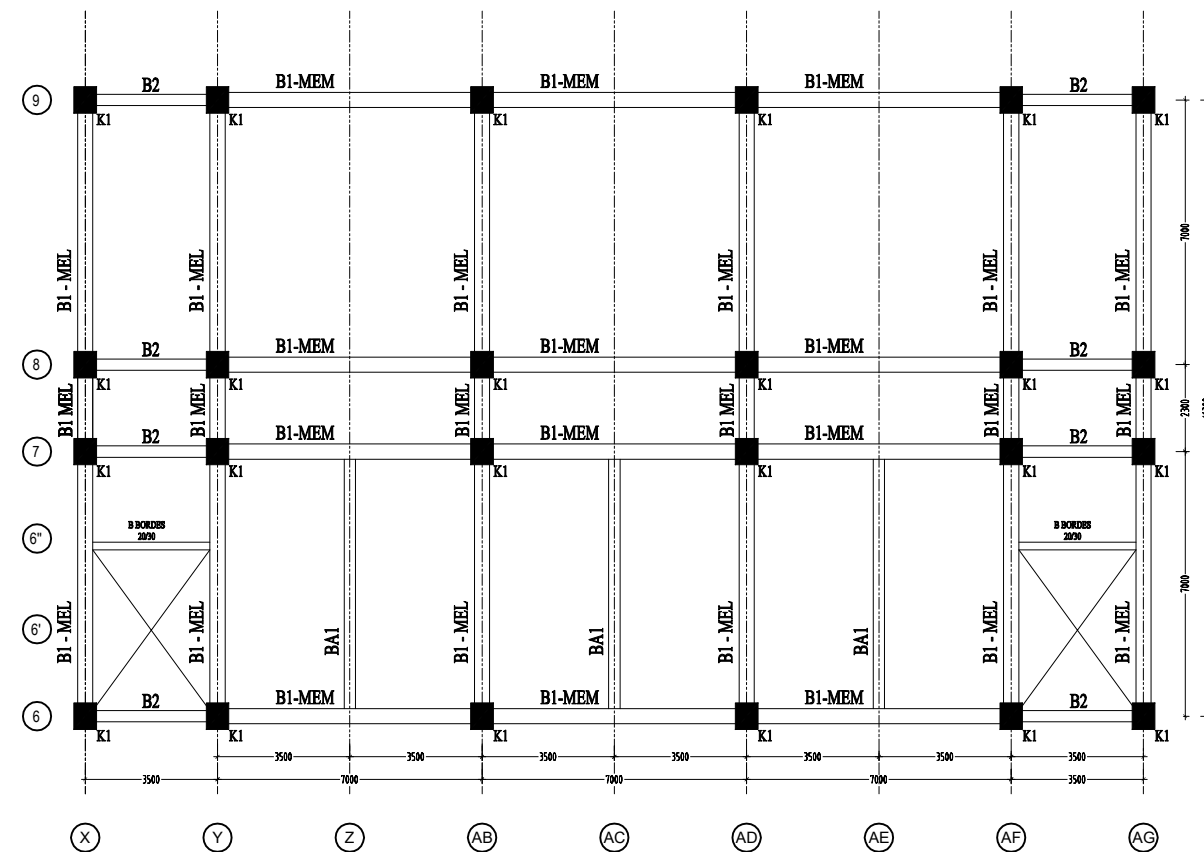
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION C	1 : 200

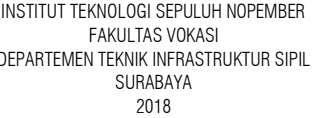
DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	16
TGL. JULI 2018		

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 1 SECTION C

SKALA 1 : 200



### PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

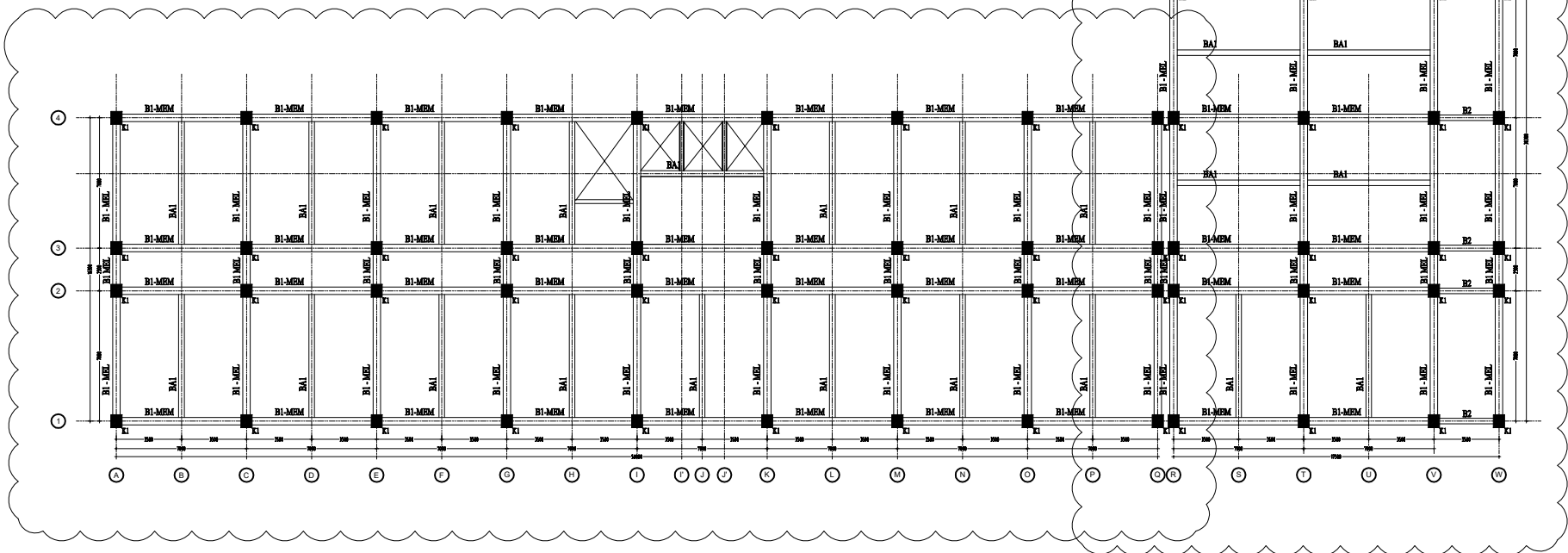
JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	17

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.

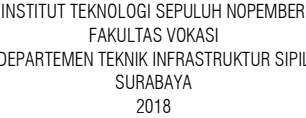
## SECTION C



**B1-MEL** : BALOK **40 X 65** CM  
**B1-MEM** : BALOK **40 X 65** CM  
**B1-PENDEK** : BALOK **40 X 65** CM  
**B2** : BALOK **30 X 50** CM  
**BA1** : BALOK **30 X 45** CM

## DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6

SKALA 1 : 350



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION A	1 : 200

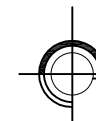
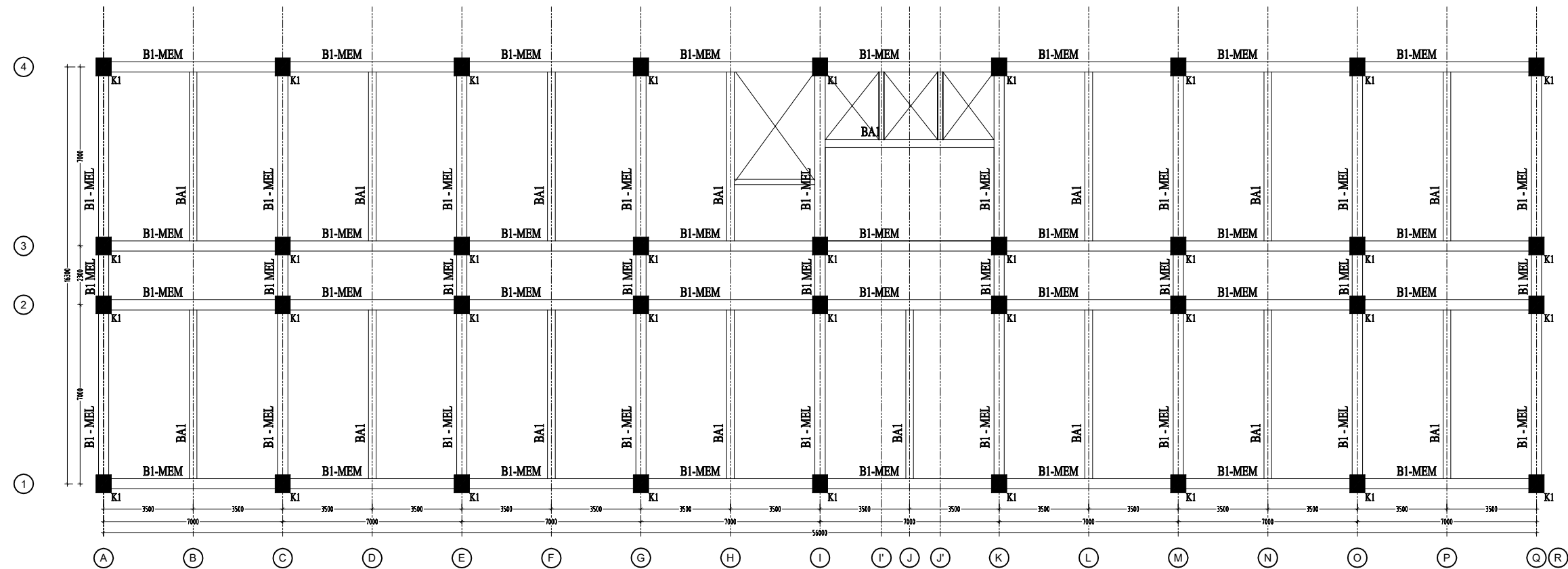
DOKUMEN  
GAMBAR KERJA

CODE	NO. LBR
------	---------

STR | 18

TGL. JULI 2018

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION A

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

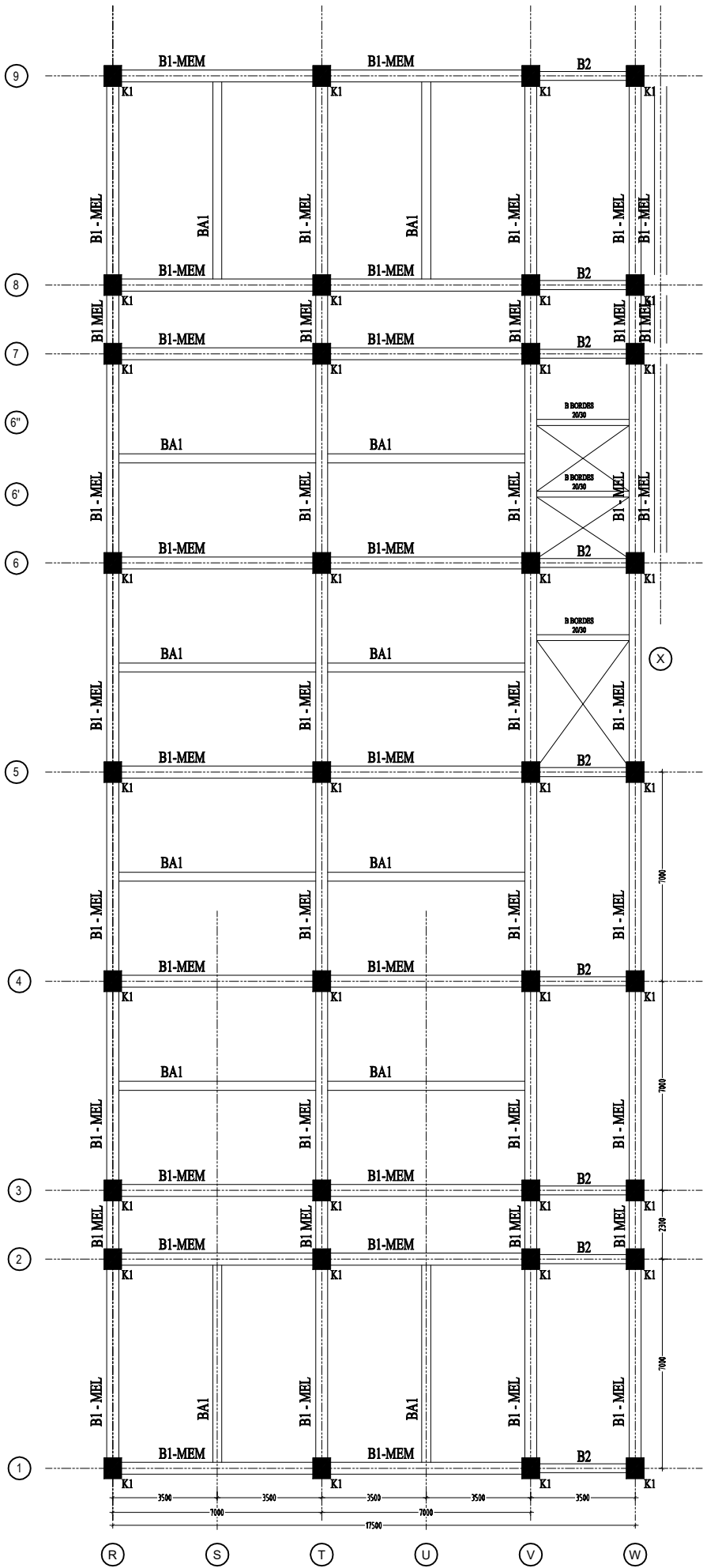
TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

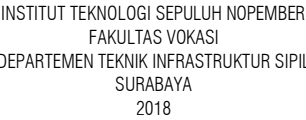
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR		SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION B		1 : 200
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	19
TGL. JULI 2018		
HAK CIPTA : SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.		



 DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION B  
SKALA 1 : 200



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

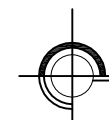
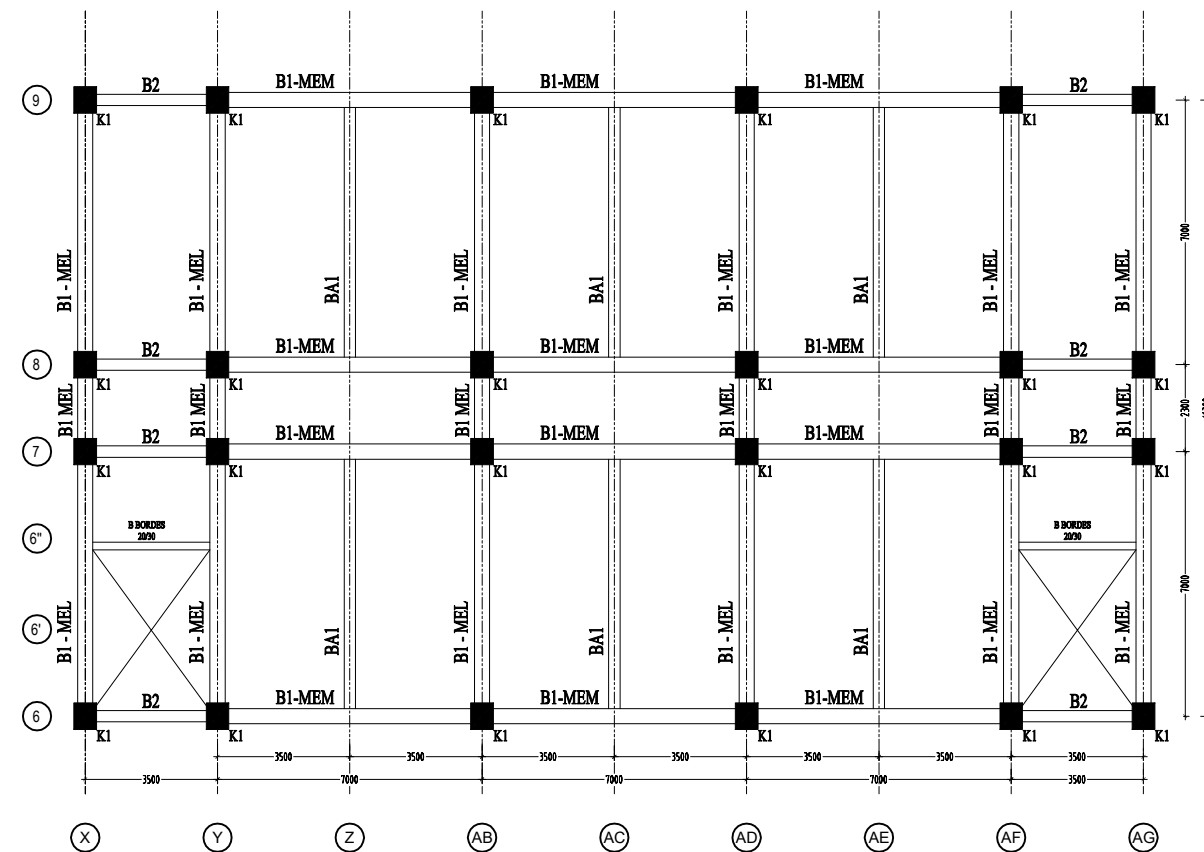
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION C	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	20

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH KOLOM DAN BALOK LANTAI 2 s/d 6 SECTION C

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK PADA ATAP	1 : 350

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	21

TGL. JULI 2018  
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.

SECTION B

SECTION C

SECTION A

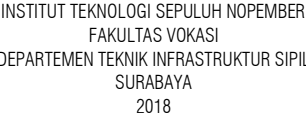
LEGENDA :

**B1-MEL** : BALOK 40 X 65 CM  
**B1-MEM** : BALOK 40 X 65 CM  
**B1-PENDEK** : BALOK 40 X 65 CM  
**B2** : BALOK 30 X 50 CM  
**BA1** : BALOK 30 X 45 CM



TABEL BALOK INDUK PRECAST ATAP						
TIPE BALOK	T. SELIMUT (mm)	H. PRECAST (mm)	B. PRECAST (mm)	PANJANG (mm)	BERAT (kg)	JUMLAH
B1-MEL	50	500	400	6300	3024	54
B1-MEM	50	500	400	6400	3072	62
B1-PENDEK	50	500	400	1600	768	23
B2	50	300	300	2900	730	17
BA1	50	350	300	6600	1425	34





MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

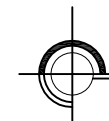
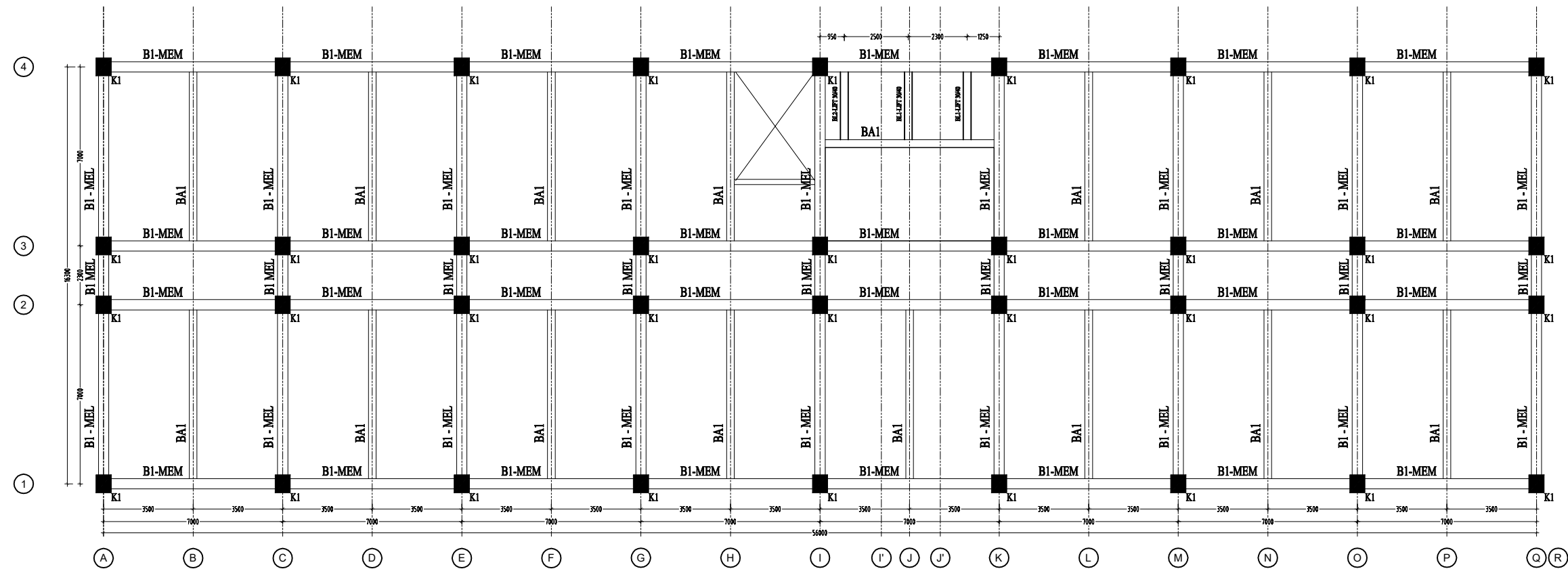
## JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK ATAP SECTION A	1 : 200

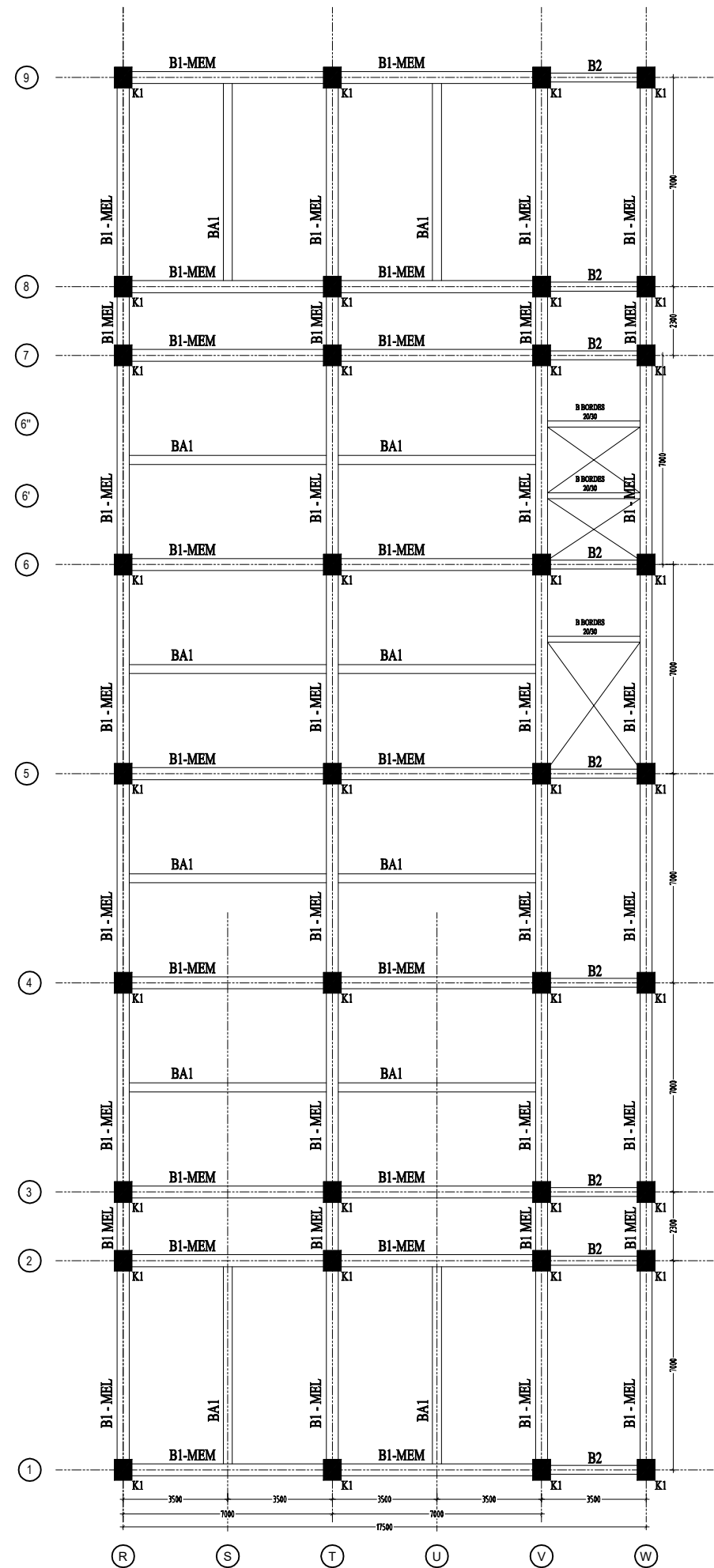
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	22

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



### DENAH KOLOM DAN BALOK ATAP SECTION A

SKALA 1 : 200



 **DENAH KOLOM DAN BALOK ATAP SECTION B**  
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

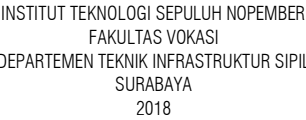
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK ATAP SECTION B	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	23

TGL. JULI 2018  
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

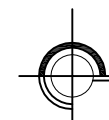
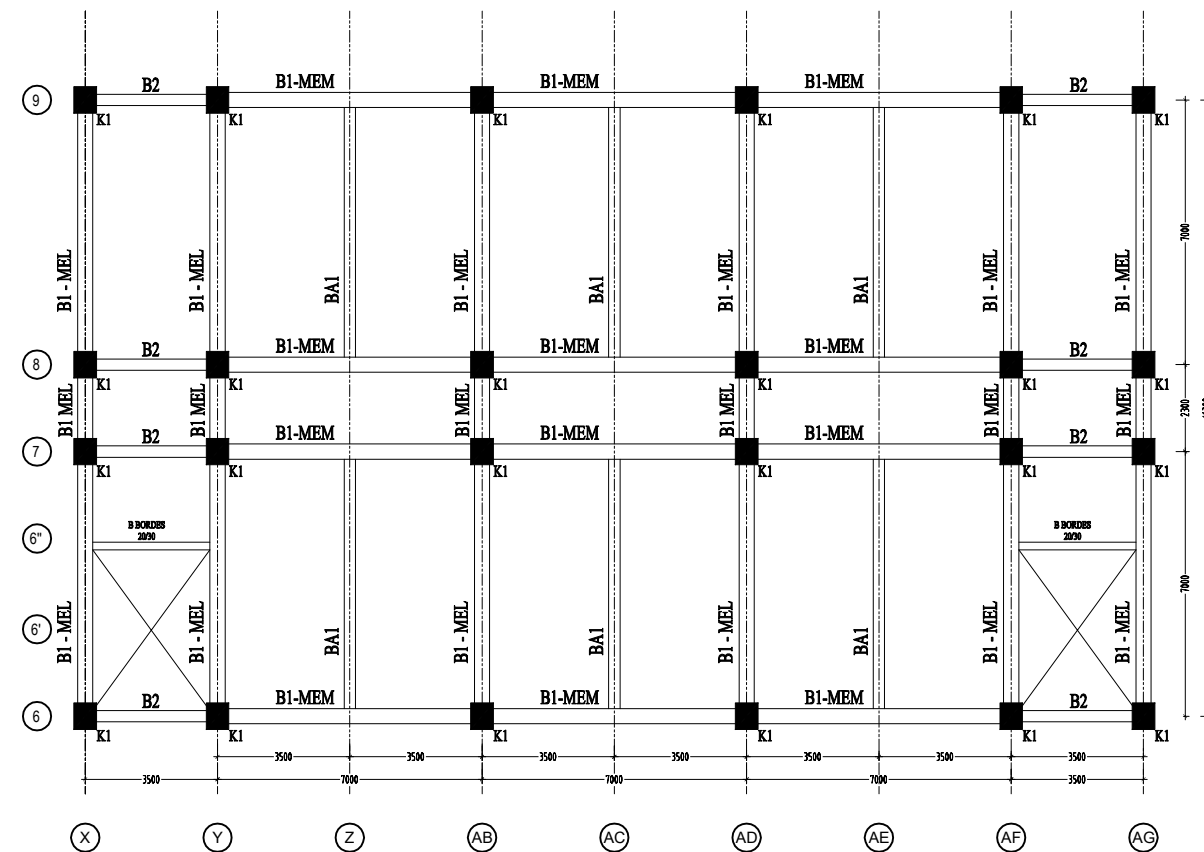
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH KOLOM DAN BALOK ATAP SECTION C	1 : 200

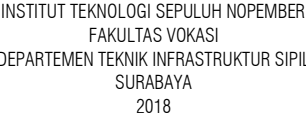
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	24

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



### DENAH KOLOM DAN BALOK ATAP SECTION C

SKALA 1 : 200



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT BASEMENT 2	1 : 200

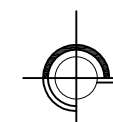
DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	25
TGL. JULI 2018		

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



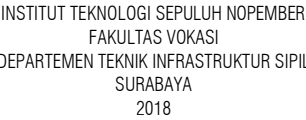
**HS-1** : PELAT PRACETAK (325 X 162.5) cm  
**HS-1** : PELAT PRACETAK (320 X 170) cm  
**HS-1** : PELAT PRACETAK (335 X 200) cm

TABEL PELAT PRECAST BASEMENT 2						
TIPE PELAT	T. SELIMU (mm)	T. PRECAST (mm)	Lx (mm)	Ly (mm)	BERAT (kg)	JUMLAH
HS-1	20	90	1625	3250	1175.85	32
HS-2	20	90	1700	3200	1175.04	8
HS-3	20	90	2000	3350	1447.20	0



### DENAH PELAT BASEMENT 2

SKALA 1 : 200



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

**KETERANGAN**

**MOSEN PEMBIMBING 1**

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

## JOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

## JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

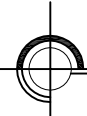
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT BASEMENT 1	1 : 350

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	26

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.

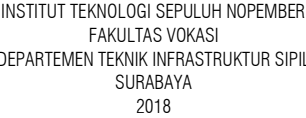
**HS-1** : PELAT PRACETAK (325 X 162.5) cm  
**HS-1** : PELAT PRACETAK (320 X 170) cm  
**HS-1** : PELAT PRACETAK (335 X 200) cm

TABEL PELAT PRECAST BASEMENT 1						
TIPE PELAT	T. SELIMU (mm)	T. PRECAST (mm)	Lx (mm)	Ly (mm)	BERAT (kg)	JUMLAH
HS-1	20	90	1625	3250	1175.85	196
HS-2	20	90	1700	3200	1175.04	28
HS-3	20	90	2000	3350	1447.20	12



## DENAH PELAT BASEMENT 1

SKALA 1 : 350



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

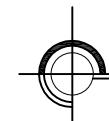
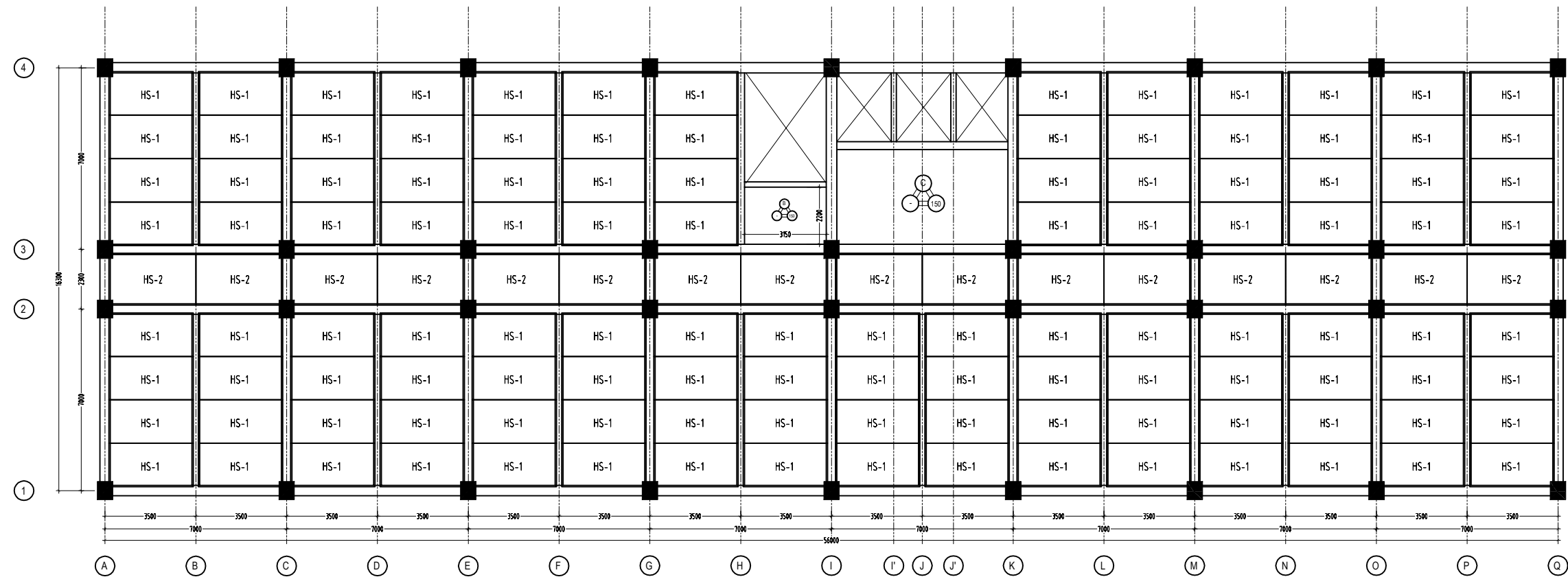
## JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION A	1 : 200

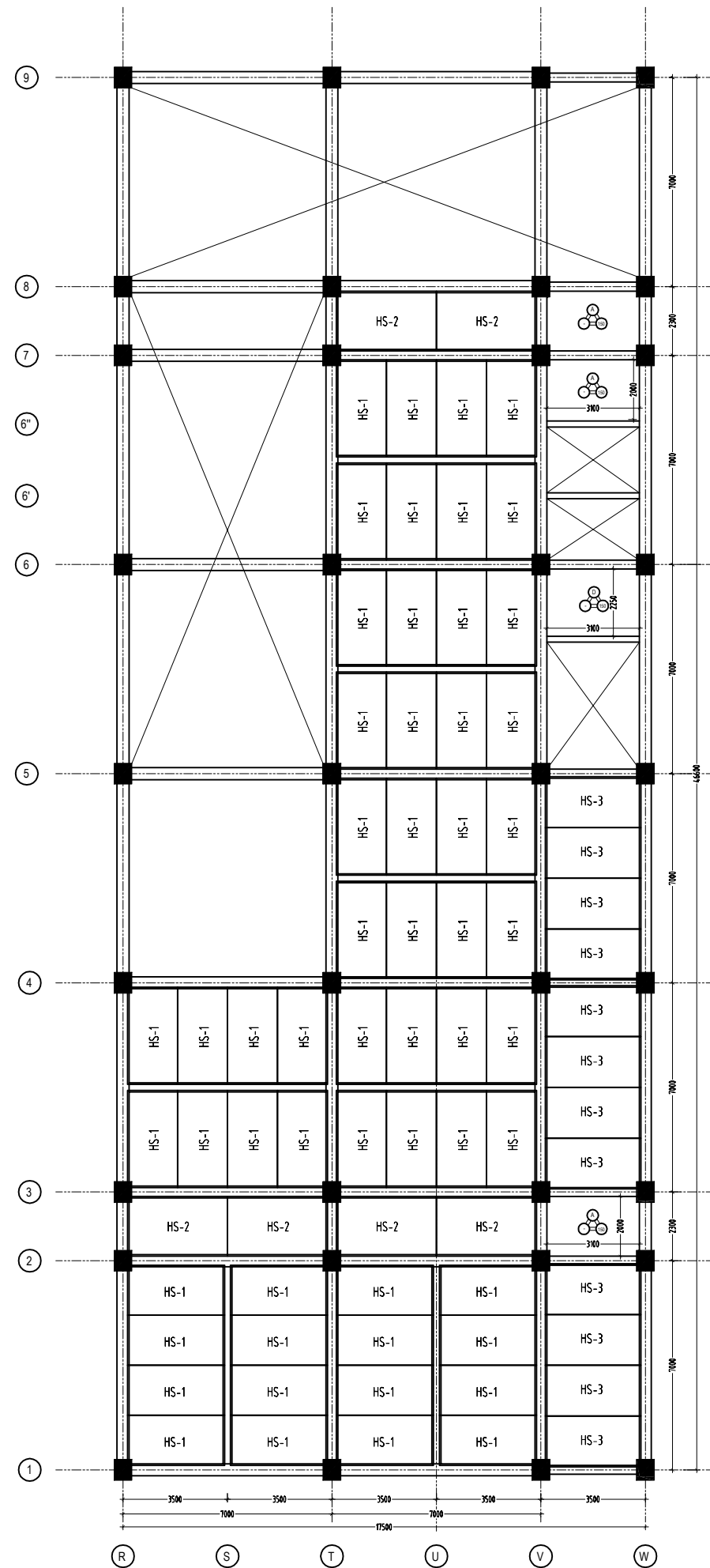
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	27

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION A

SKALA 1 : 200



 **DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION B**  
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

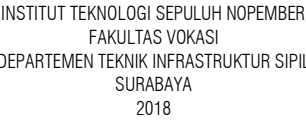
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION B	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	28
TGL. JULI 2018		

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

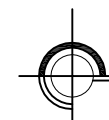
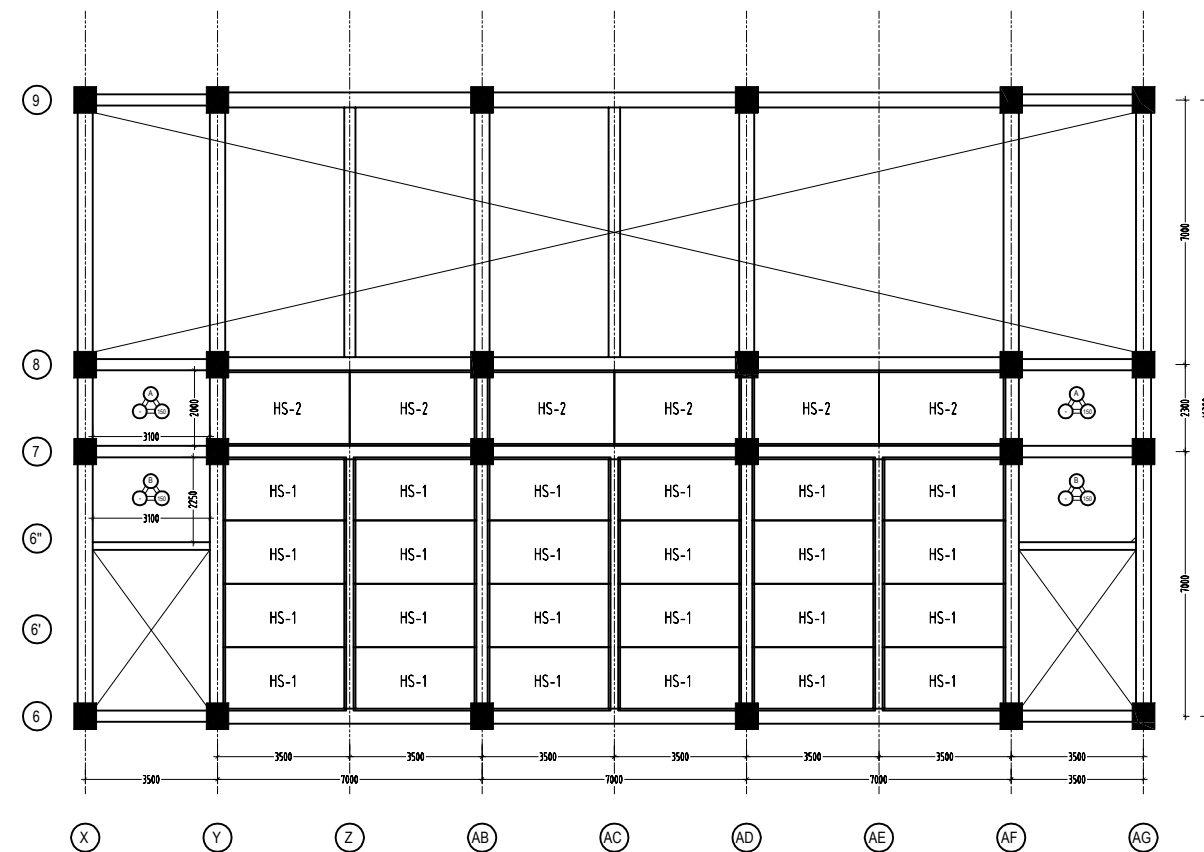
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION C	1 : 200

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	29
TGL. JULI 2018		

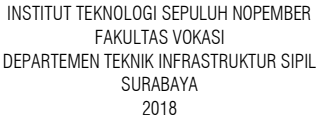
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PELAT BASEMENT 1 SECTION C

SKALA 1 : 200





## PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

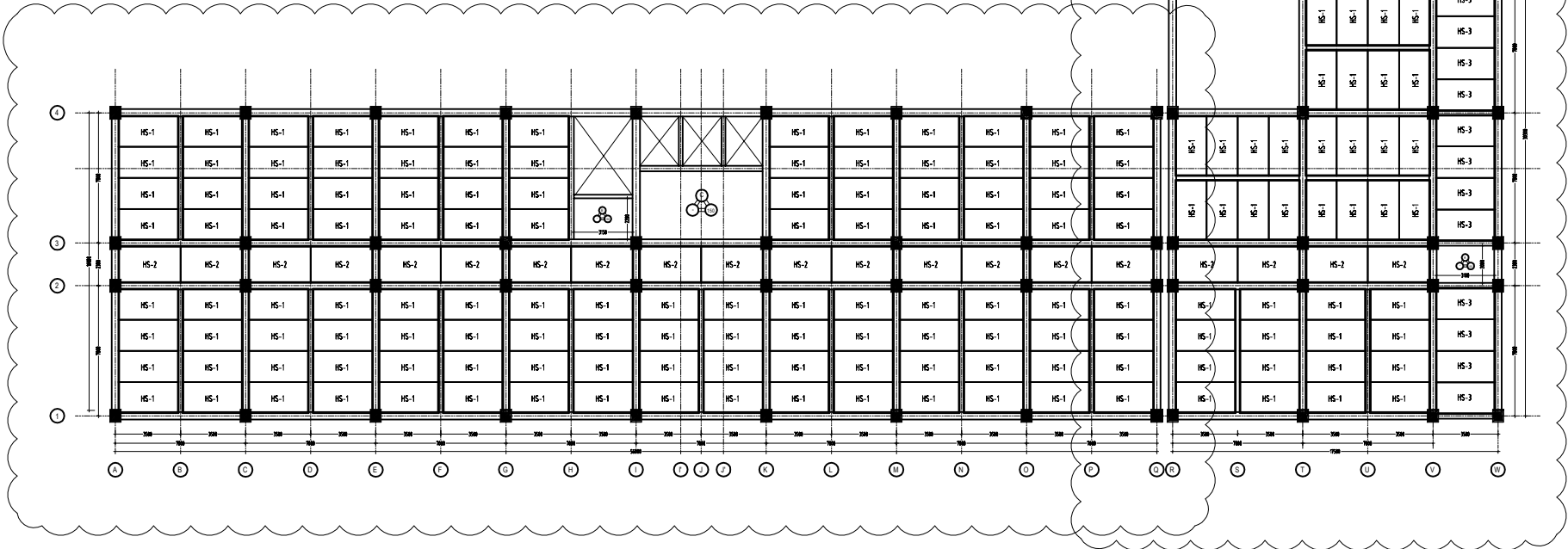
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR		SKALA
DENA PELAT LANTAI 1		1 : 350
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	30
	TGL. JULI 2018	

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.

## SECTION C

## SECTION A



TABEL PELAT PRECAST LANTAI 1

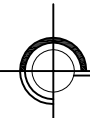
TIPE PELAT	T. SELIMU (mm)	T. PRECAST (mm)	Lx (mm)	Ly (mm)	BERAT (kg)	JUMLAH
HS-1	20	90	1625	3250	1175.85	196
HS-2	20	90	1700	3200	1175.04	28
HS-3	20	90	2000	3350	1447.20	12

**LEGENDA :**

**HS-1 : PELAT PRACETAK (325 X 162.5) cm**

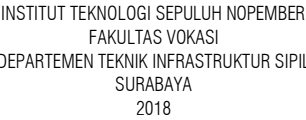
**HS-1 : PELAT PRACETAK (320 X 170) cm**

**HS-1 : PELAT PRACETAK (335 X 200) cm**



### DENAH PELAT LANTAI 1

SKALA 1 : 350



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

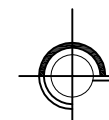
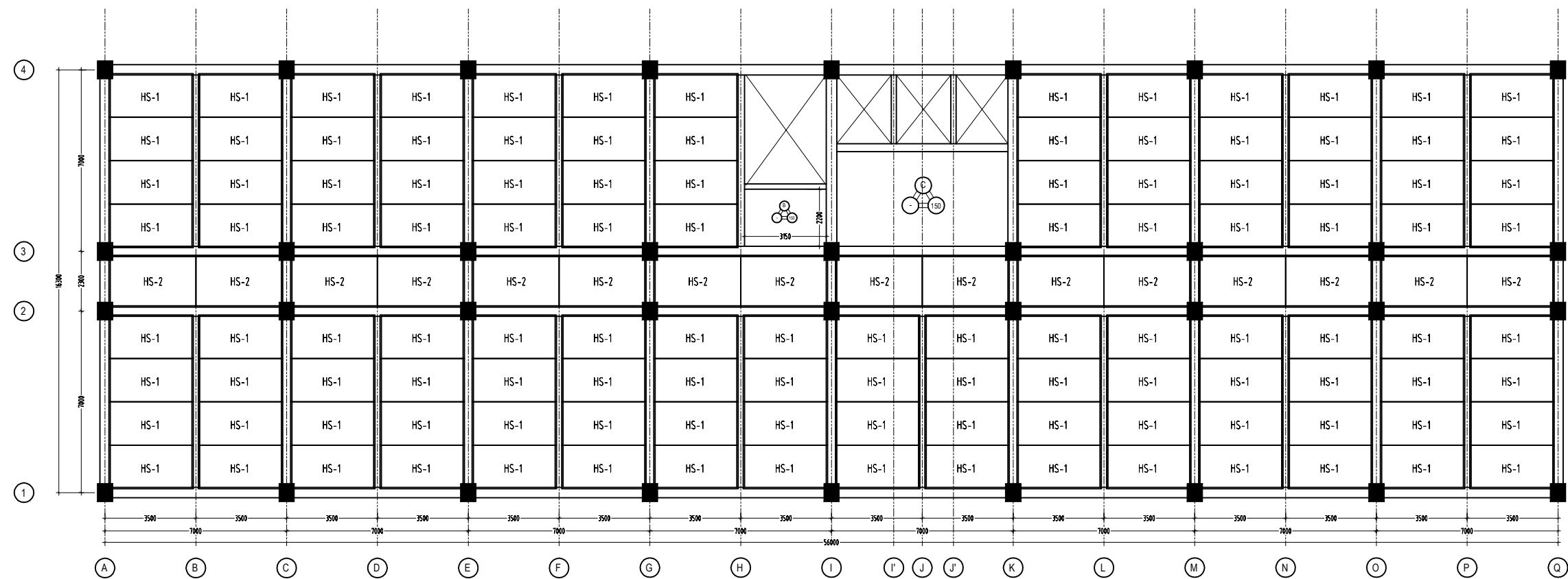
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT LANTAI 1 SECTION A	1 : 200

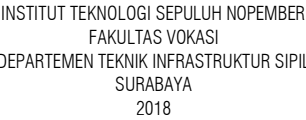
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	31

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PELAT LANTAI 1 SECTION A

SKALA 1 : 200



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

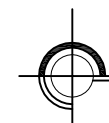
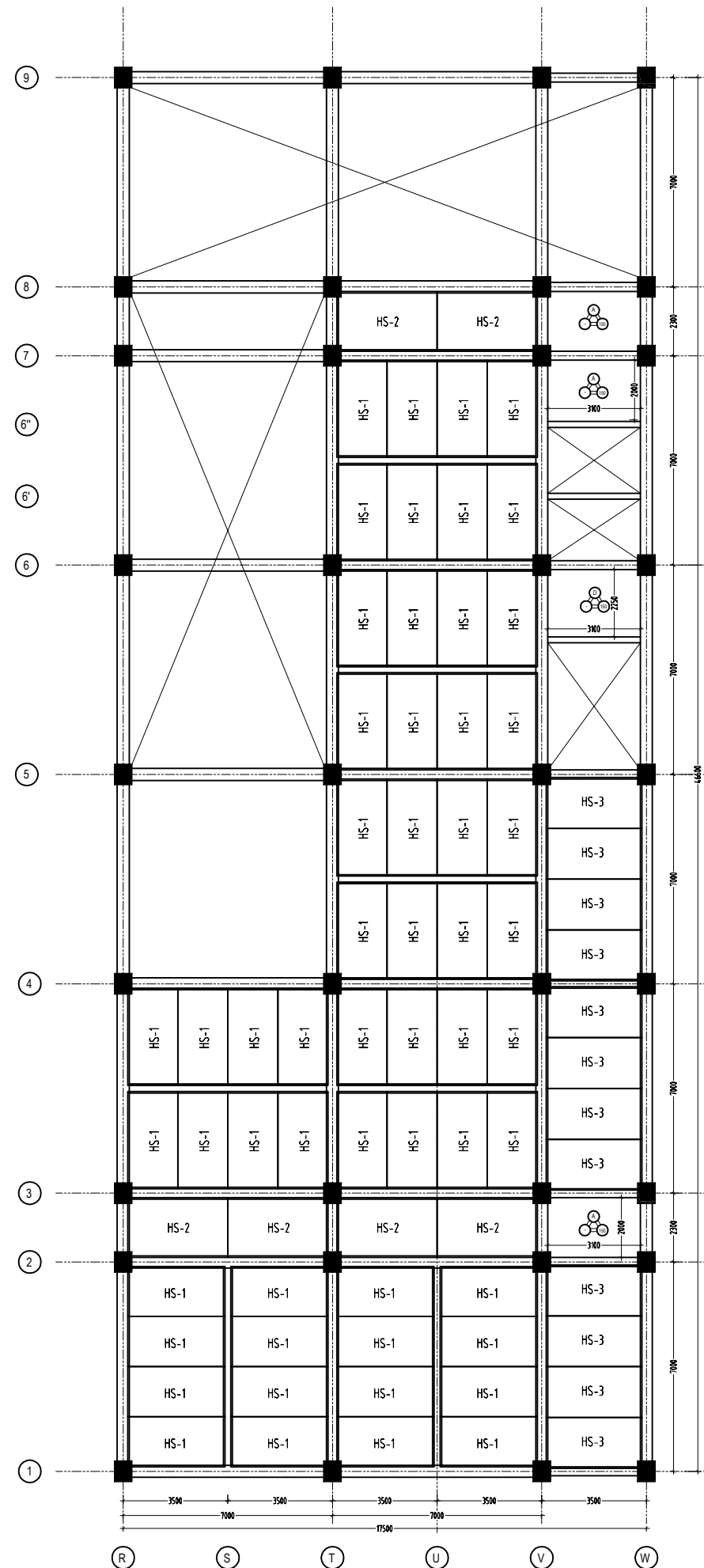
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT LANTAI 1 SECTION B	1 : 200

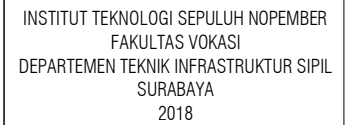
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	32

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PELAT LANTAI 1 SECTION B

SKALA 1 : 200



## PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT	10111410000056
----------------	----------------

[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR

DENAH PELAT  
LANTAI 1 SECTION C

SKALA

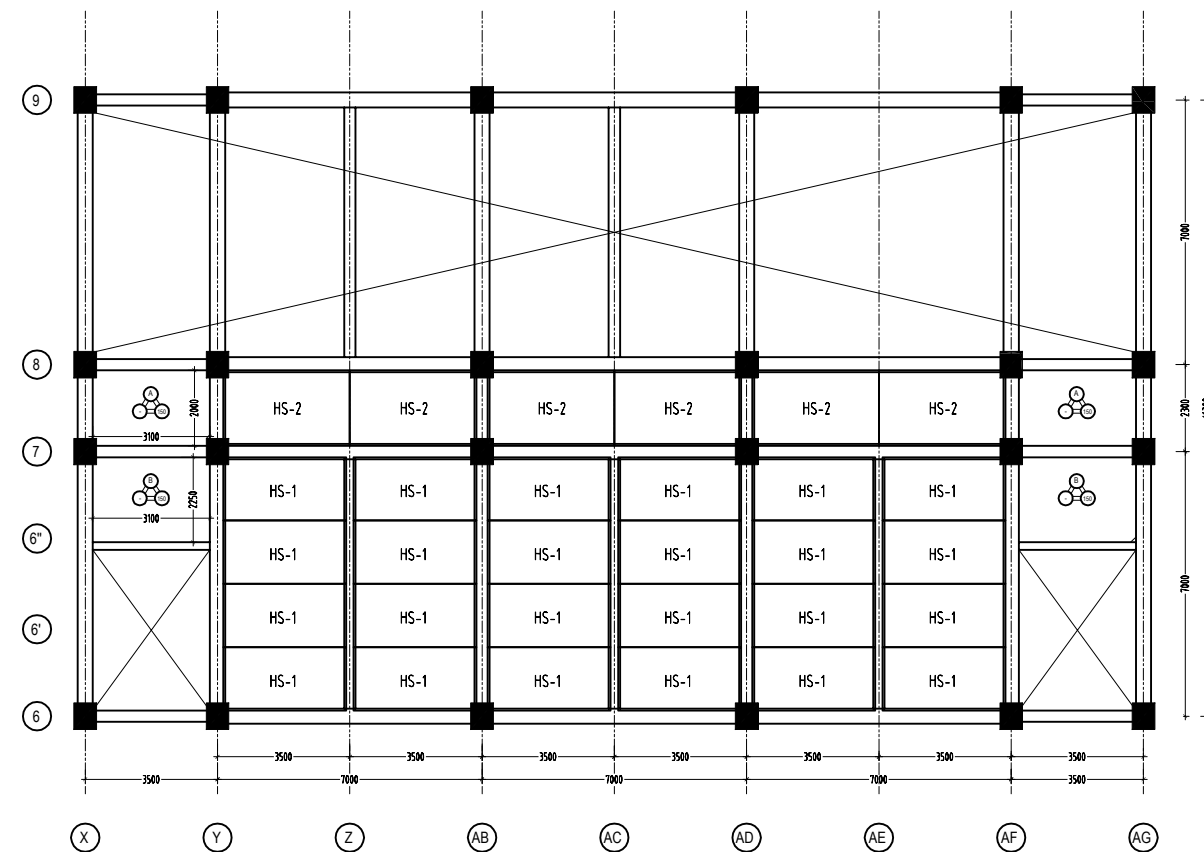
1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	
-------------------------	--

KODE	NO. LBR
------	---------


33

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP	1 : 350

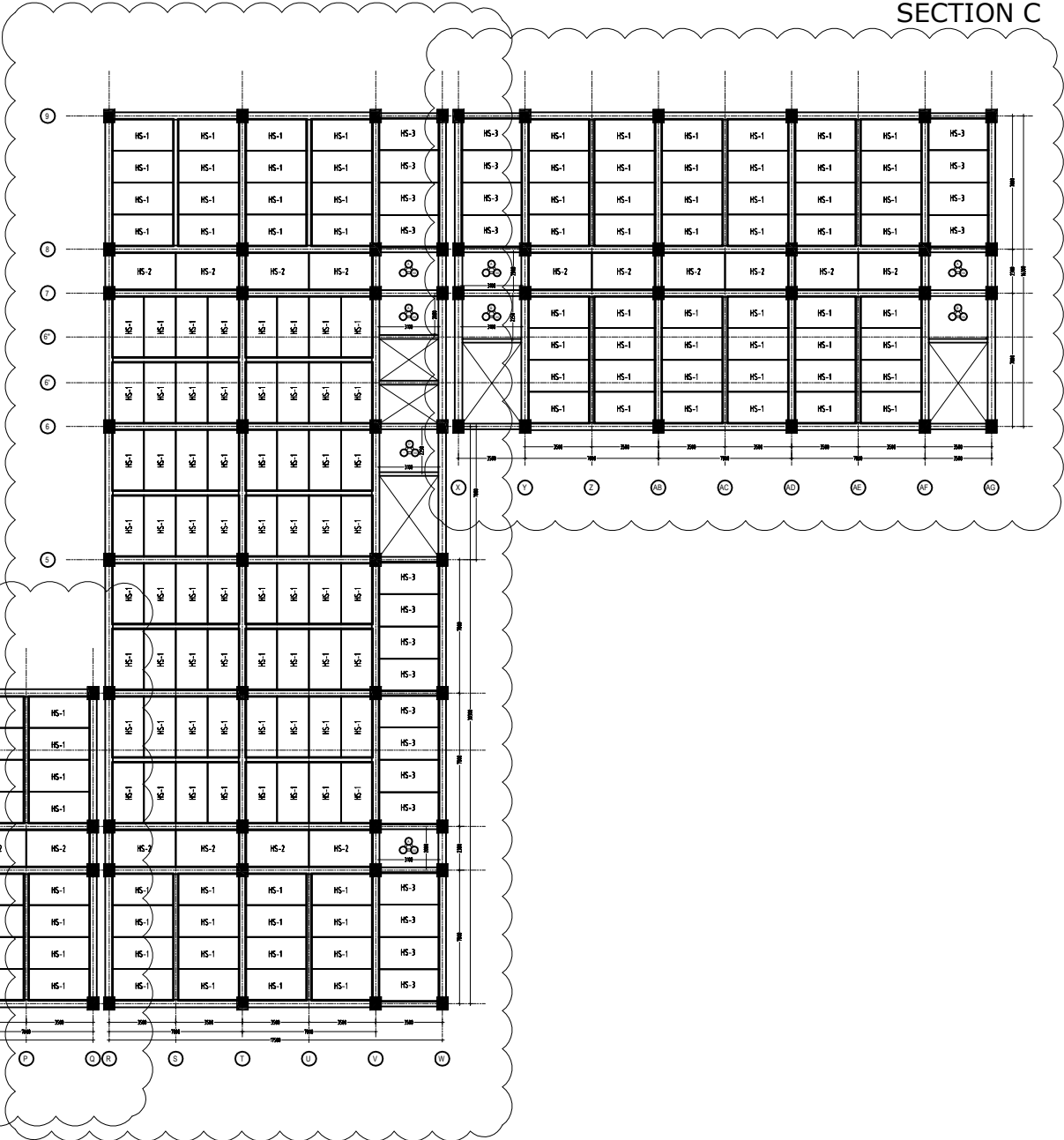
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	34

TGL. JULI 2018  
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.

SECTION B

SECTION C

SECTION A



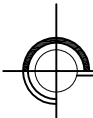
TABEL PELAT PRECAST LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP						
TIPE PELAT	T. SELIMUT (mm)	T. PRECAST (mm)	Lx (mm)	Ly (mm)	BERAT (kg)	JUMLAH
HS-1	20	90	1625	3250	1175.85	260
HS-2	20	90	1700	3200	1175.04	30
HS-3	20	90	2000	3350	1447.20	24

LEGENDA :

HS-1 : PELAT PRACETAK (325 X 162.5) cm

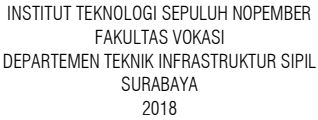
HS-1 : PELAT PRACETAK (320 X 170) cm

HS-1 : PELAT PRACETAK (335 X 200) cm



DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP

SKALA 1 : 350



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

### LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

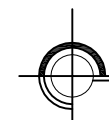
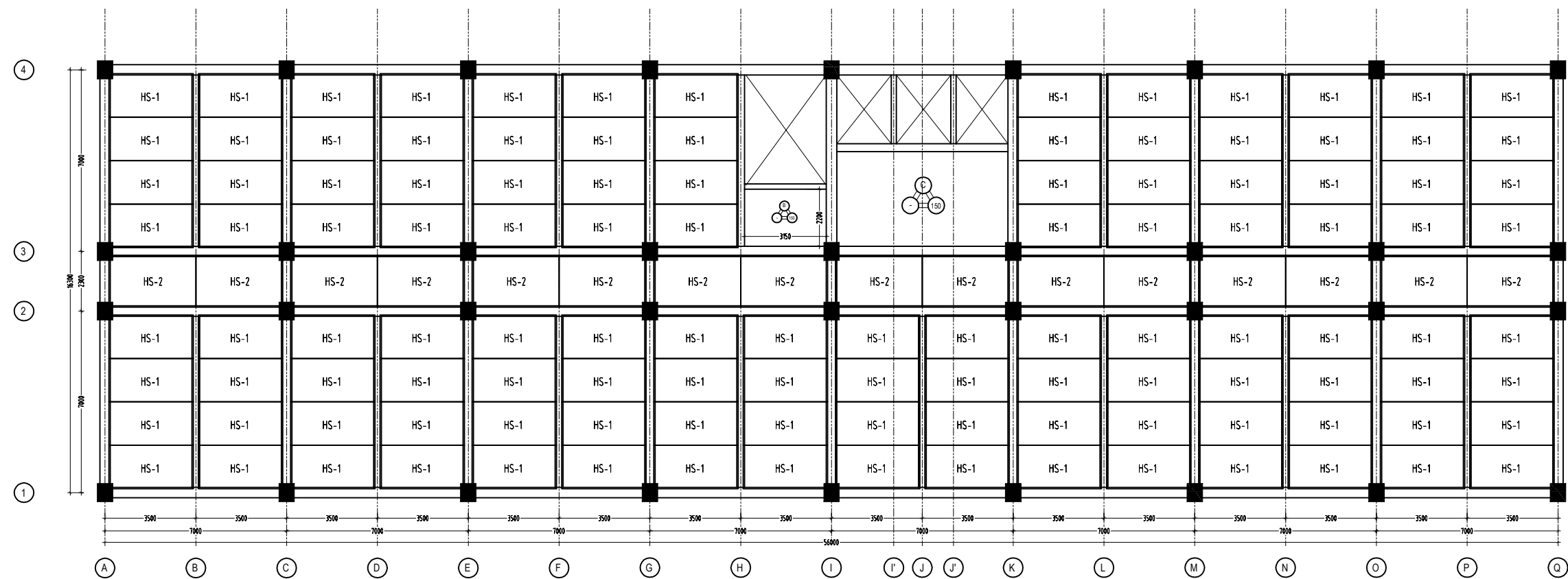
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP SECTION A	1 : 200

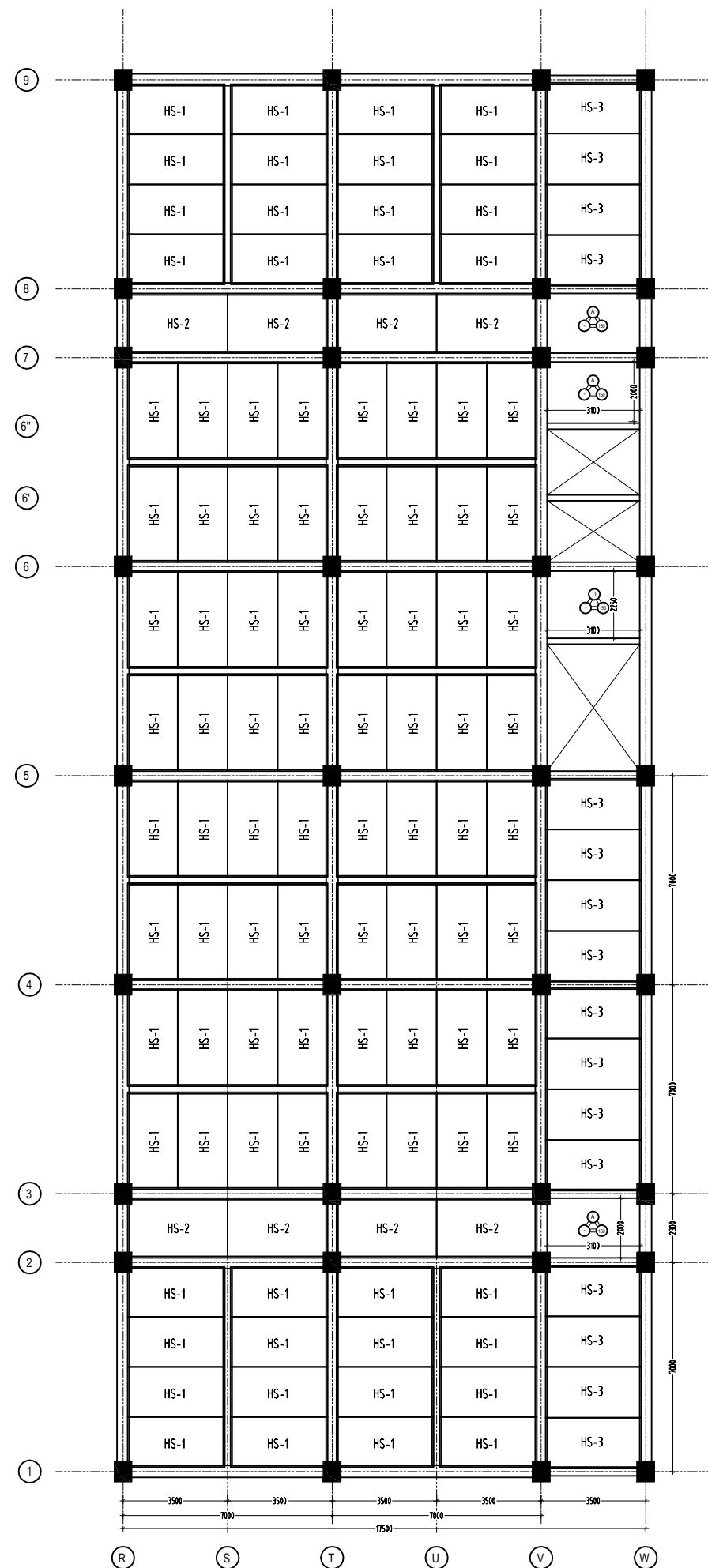
DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	35
TGL. JULI 2018		


HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGSI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP SECTION A

SKALA 1 : 200



 **DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP SECTION B**  
SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

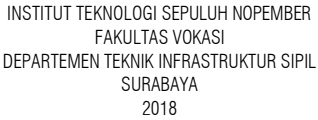
NAMA BANGUNAN

**HOTEL HARVEST**

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP SECTION B	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	36
TGL. JULI 2018		

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

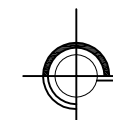
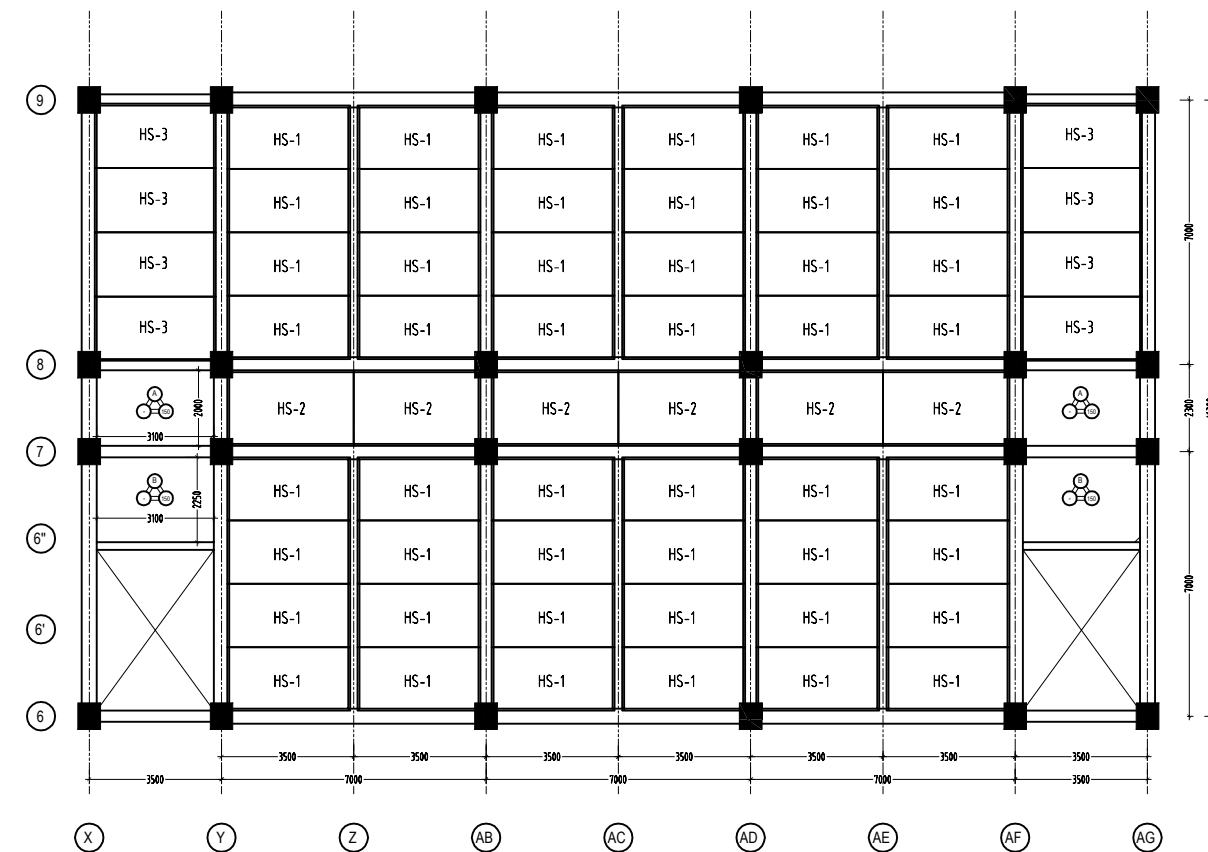
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP SECTION C	1 : 200

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	37
TGL. JULI 2018		

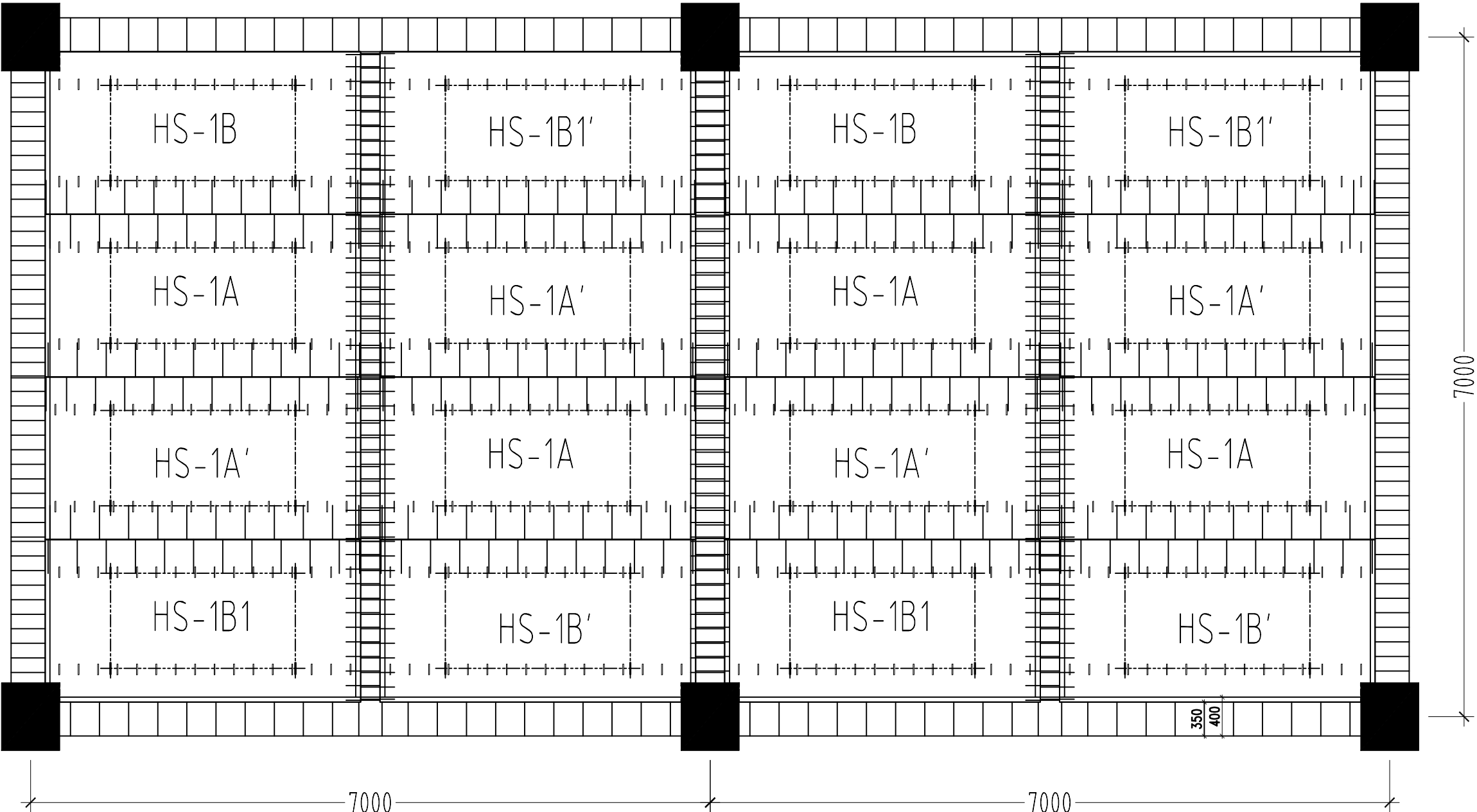
**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PELAT LANTAI 2 s/d 6, DAN ATAP SECTION C

SKALA 1 : 200





**PENGATURAN PEMASANGAN PELAT HS-1**  
SKALA 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

UNTUK TYPE PLAT YANG BERTANDA  
AKSEN (') TYPE PLAT-NYA SAMA  
DENGAN YANG TIDAK DIBERI TANDA  
AKSEN, CUMAN PADA SAAT  
PELAKSANAAN TYPE PLAT TERSEBUT  
DI BALIK.

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

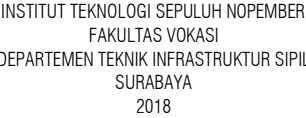
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
PENGATURAN PEMASANGAN PELAT HS-1	1 : 50

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	38

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK  
MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADAPSI, MENGGANDAKAN TANPA  
IZIN TERTULIS.



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

UNTUK TYPE PLAT YANG BERTANDA  
AKSEN (') TYPE PLAT-NYA SAMA  
DENGAN YANG TIDAK DIBERI TANDA  
AKSEN, CUMAN PADA SAAT  
PELAKSANAAN TYPE PLAT TERSEBUT  
DI BALIK.

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

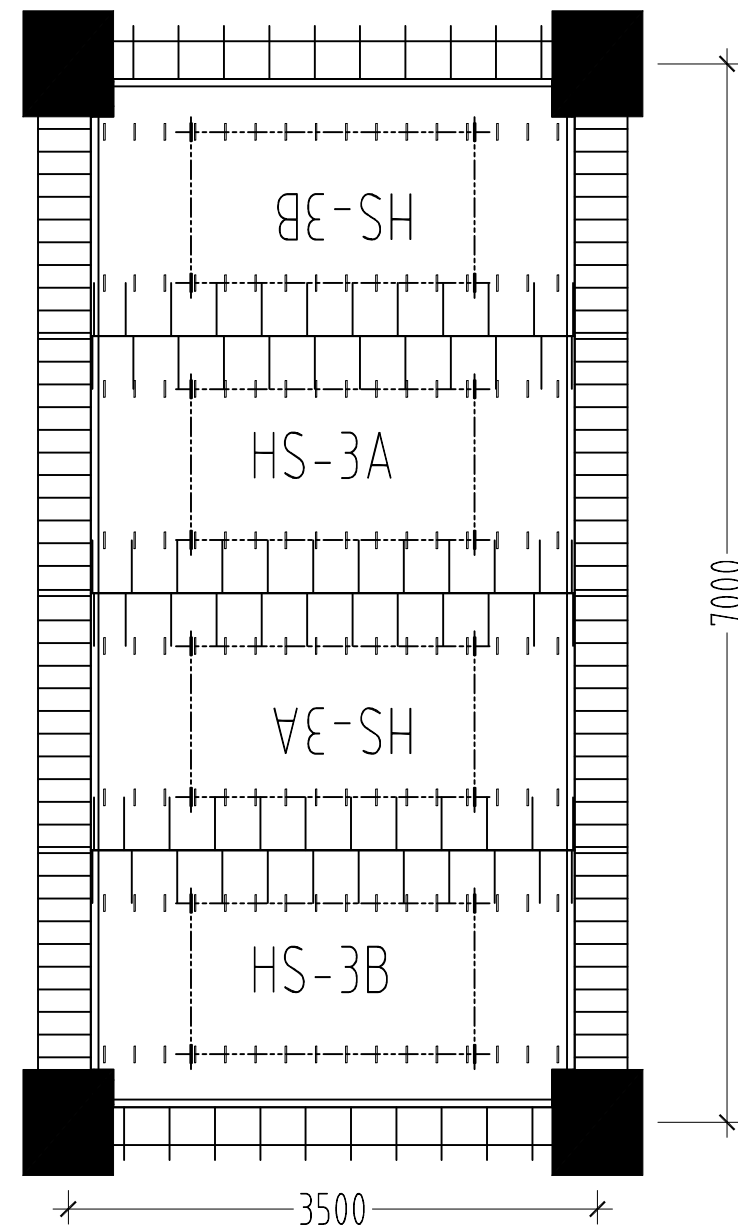
## JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
PENGATURAN PEMASANGAN PELAT HS-2 DAN HS-3	1 : 50

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	39

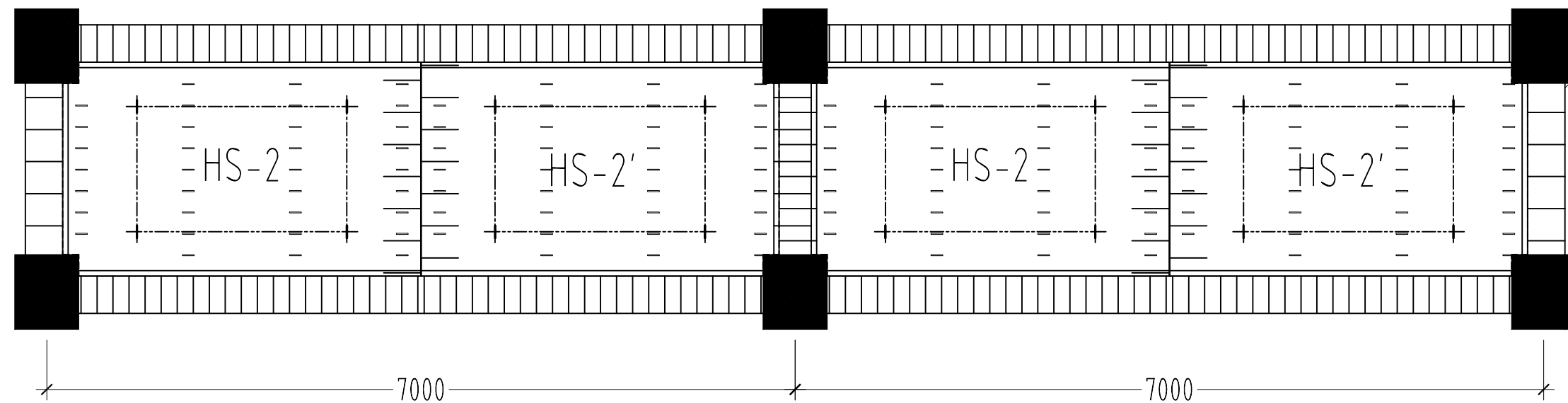
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



 **PENGATURAN PEMASANGAN PELAT HS-3**

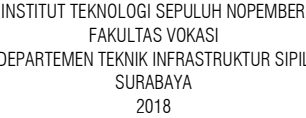
---

SKALA 1 : 50



# PENGATURAN PEMASANGAN PELAT HS-2

SKALA 1 : 50



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

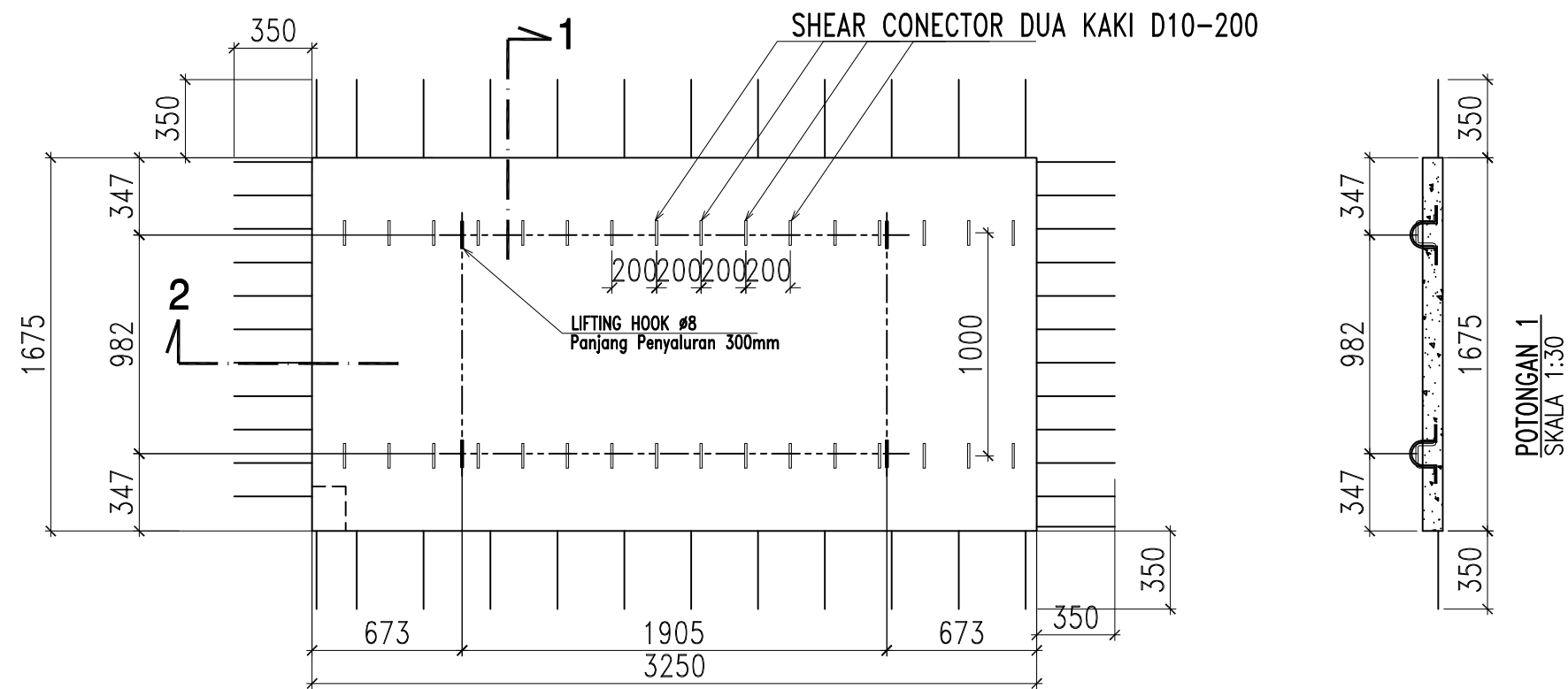
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

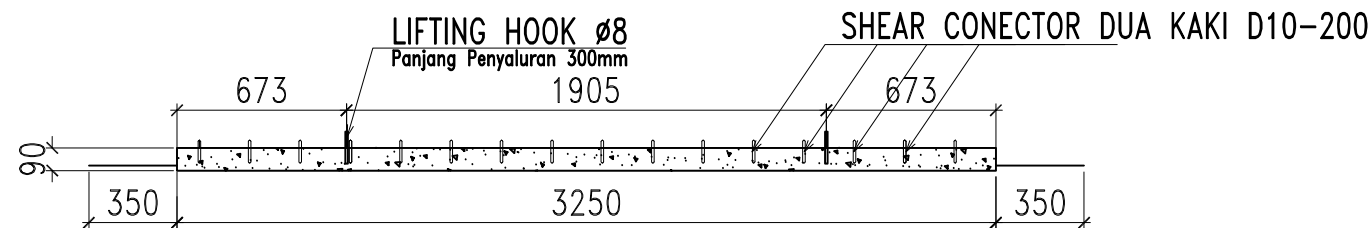
JUDUL GAMBAR	SKALA
TAMPAK ATAS HS-1A	1 : 30

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	40
TGL. JULI 2018		

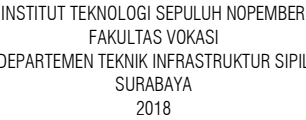
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



TAMPAK ATAS H-SLAB TYPE HS-1A  
SKALA 1:30



POTONGAN 2  
SKALA 1:30



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

## NAMA BANGUNAN

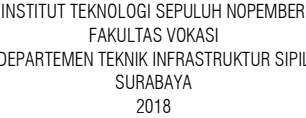
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
PEMBESIAN DAN DETAIL HS-1A	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	<b>41</b>

TGL. JULI 2018

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

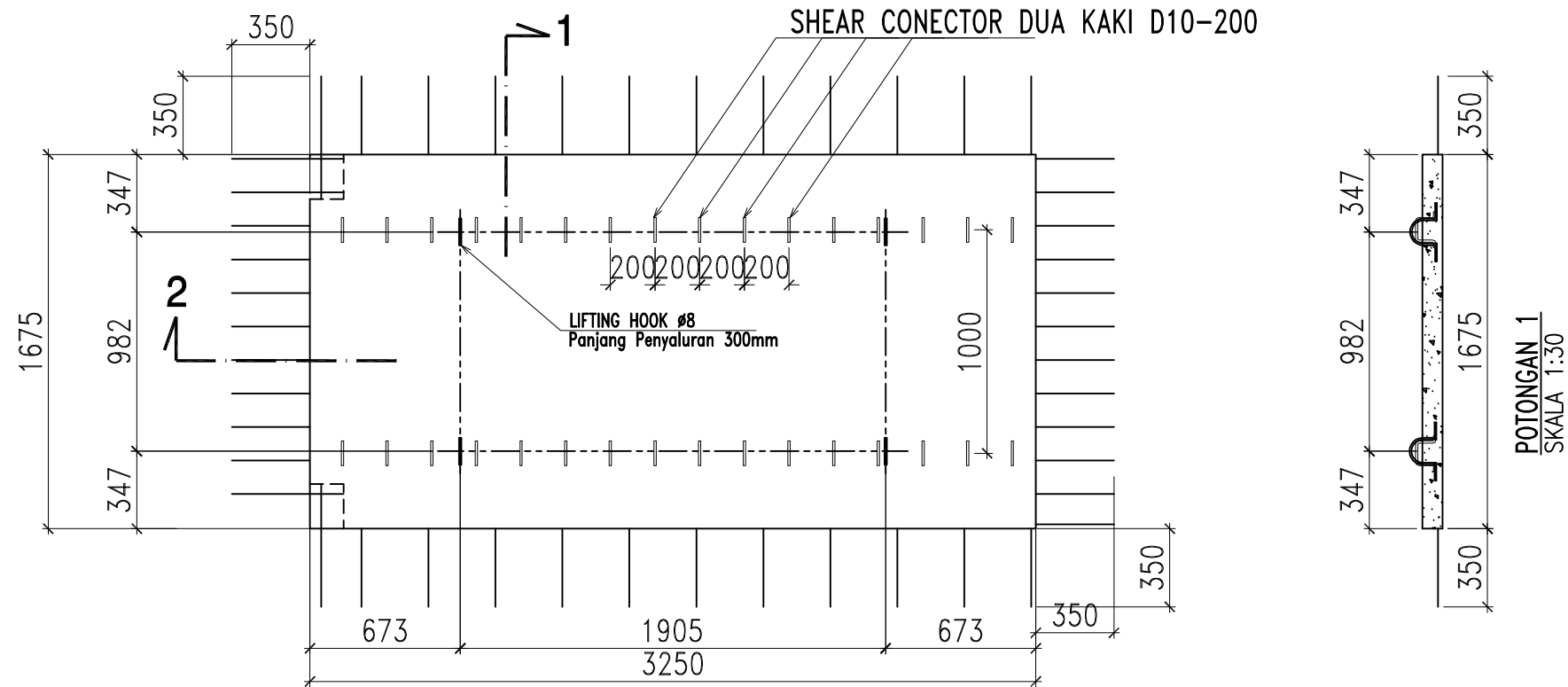
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

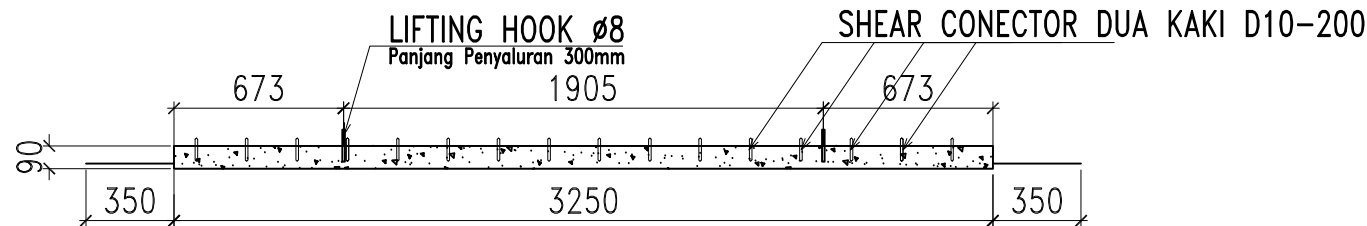
JUDUL GAMBAR	SKALA
TAMPAK ATAS HS-1B	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	42

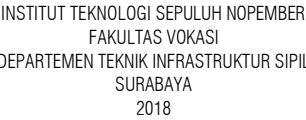
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



TAMPAK ATAS H-SLAB TYPE HS-1B  
SKALA 1:30



POTONGAN 2  
SKALA 1:30



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

**KETERANGAN**

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

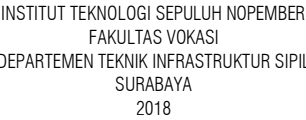
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
PEMBESIAN DAN DETAIL HS-1B	1 : 30

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	43

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

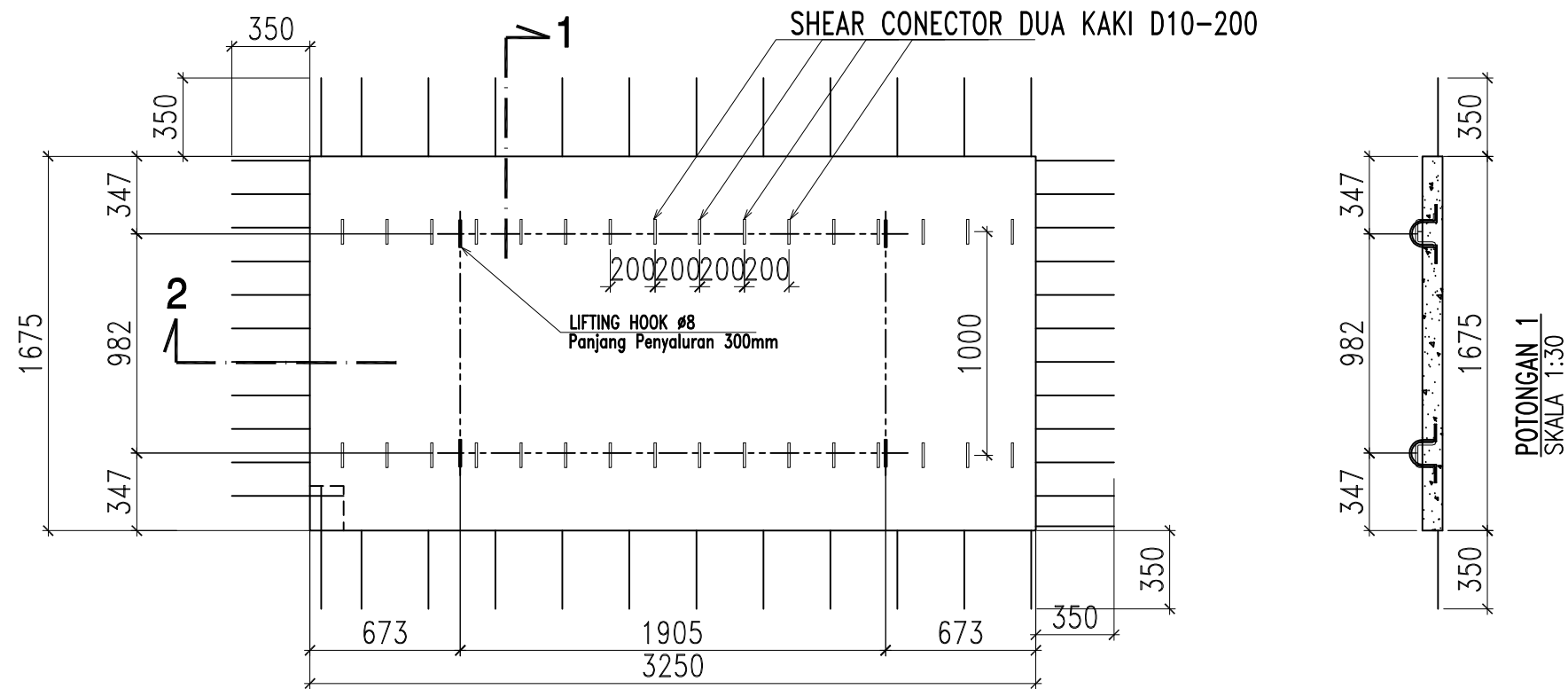
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

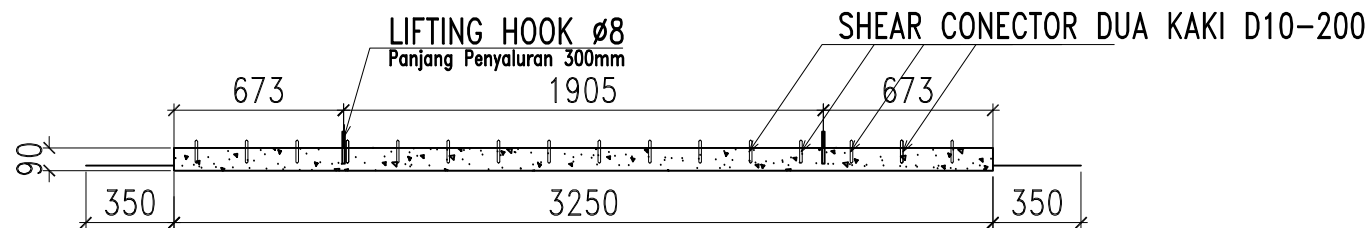
JUDUL GAMBAR	SKALA
TAMPAK ATAS HS-1B1	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	44

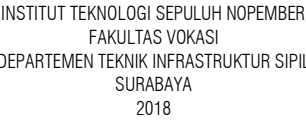
**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGSI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



TAMPAK ATAS H-SLAB TYPE HS-1B1  
SKALA 1:30



POTONGAN 2  
SKALA 1:30



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

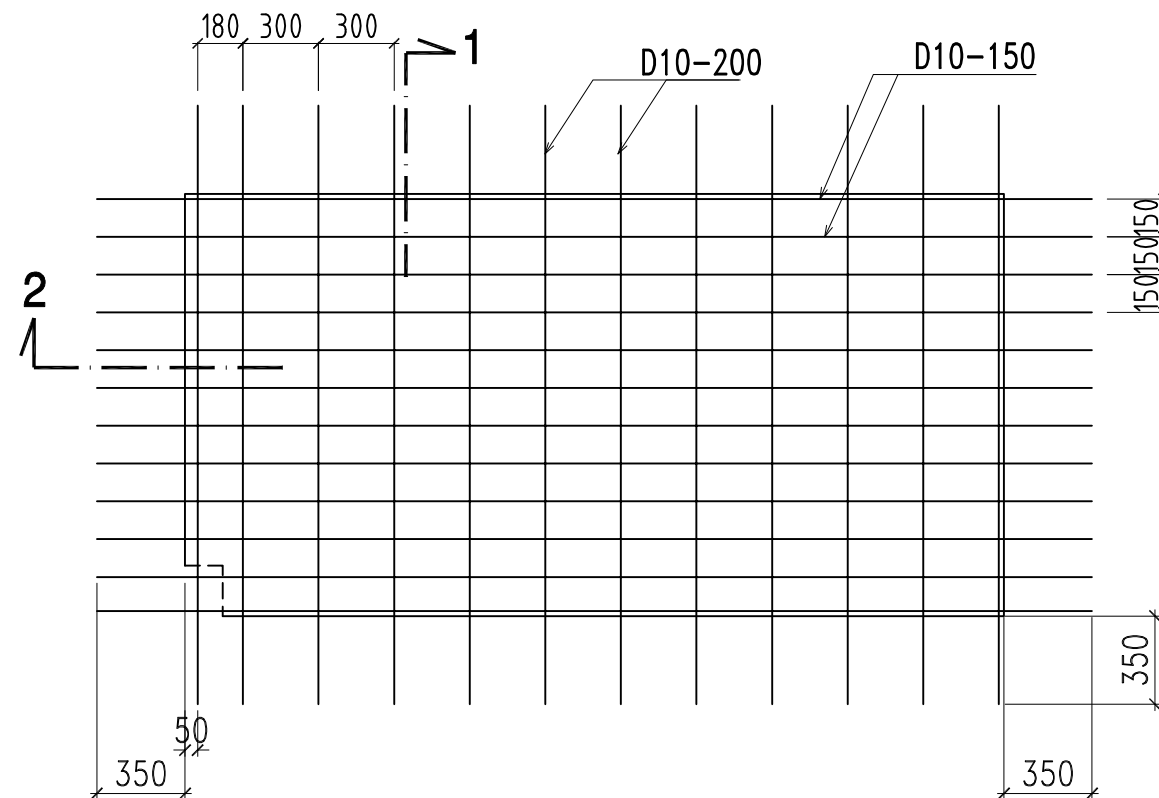
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

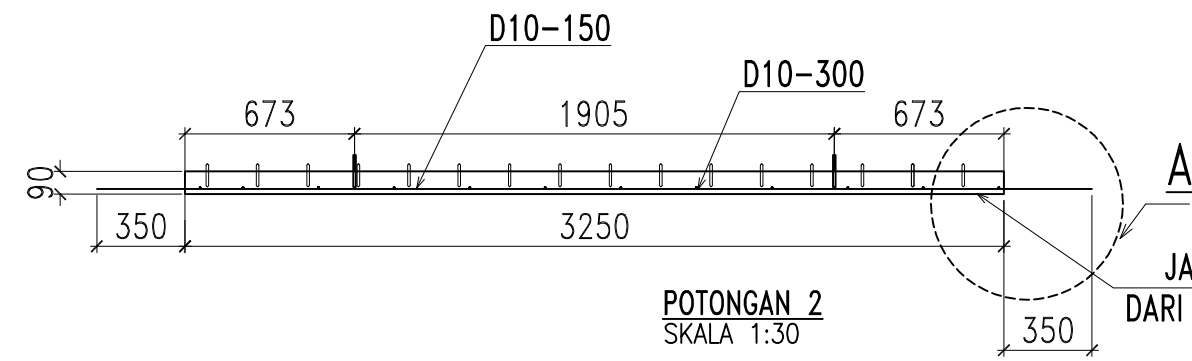
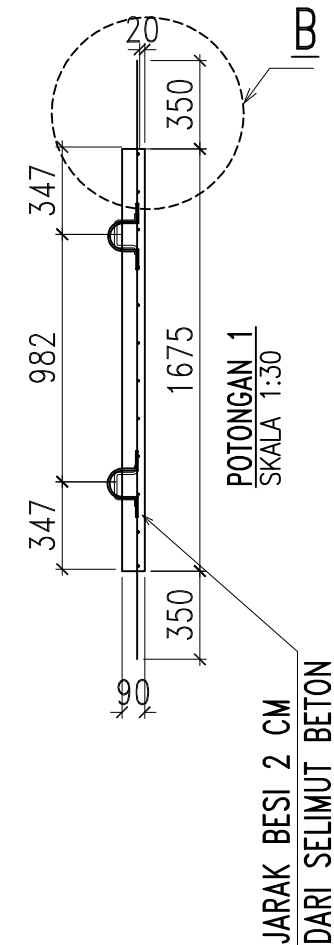
JUDUL GAMBAR	SKALA
PEMBESIAN DAN DETAIL HS-B1	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	45

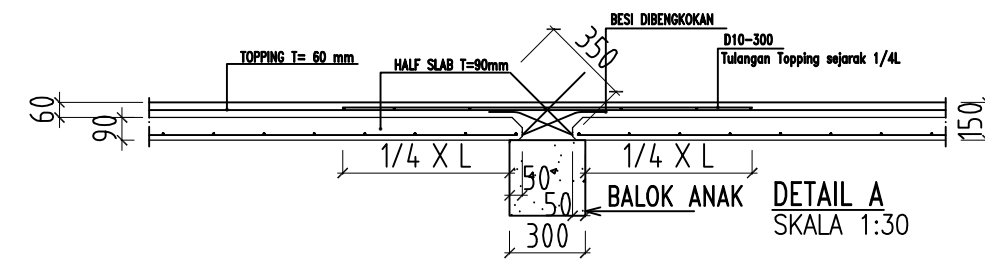
HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



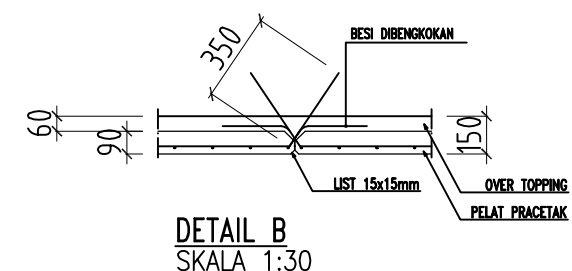
PEMBESIAN H-SLAB TYPE HS-1B1  
SKALA 1:30



JARAK BESI 2 CM  
DARI SELIMUT BETON

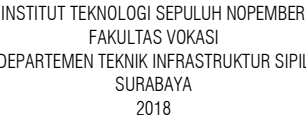


**DETAIL A**  
**SKALA 1:30**



**DETAIL B**  
**SKALA 1:30**





MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

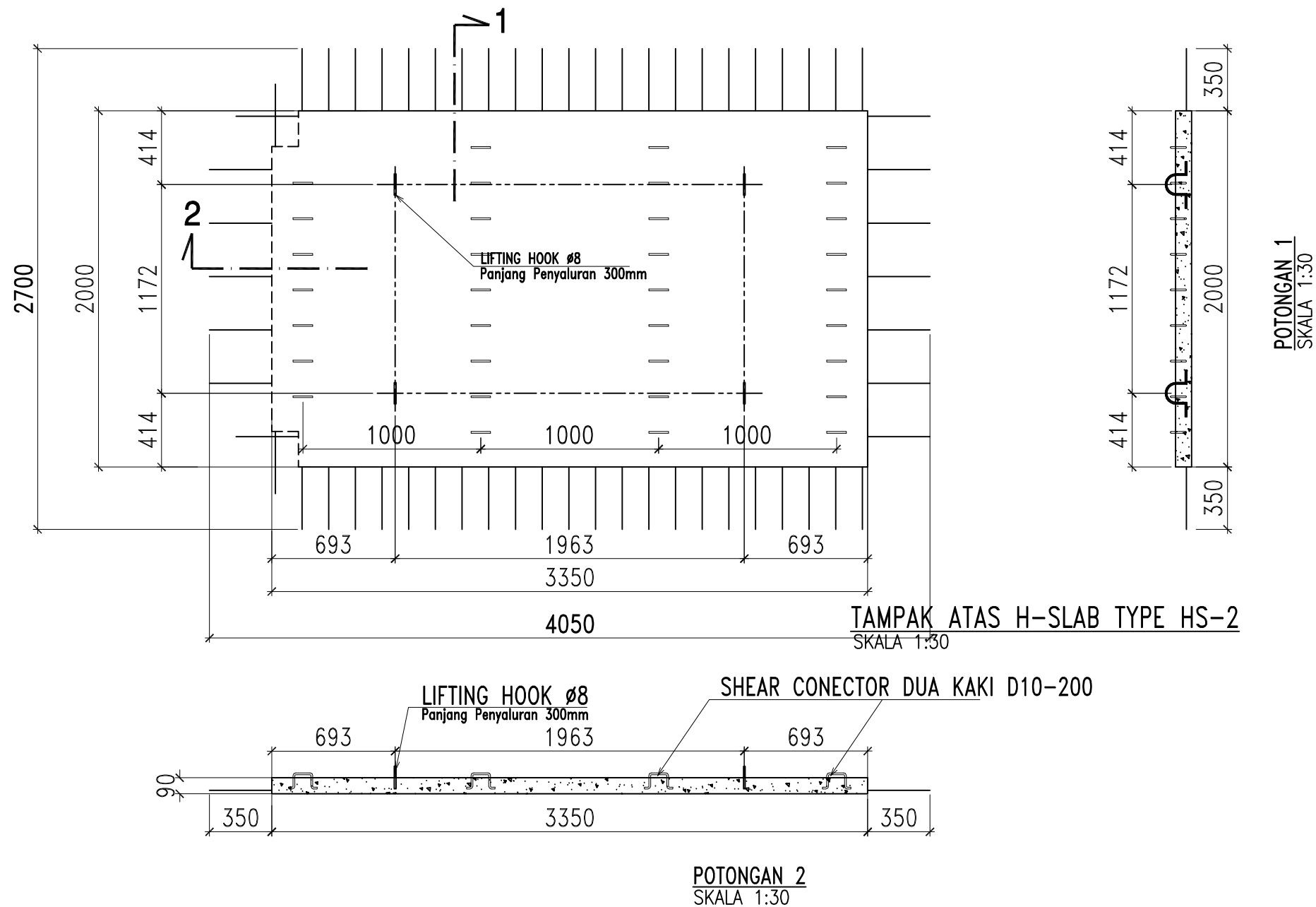
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

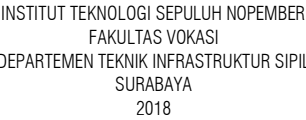
JUDUL GAMBAR	SKALA
TAMPAK ATAS HS-2	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	46

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.







MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

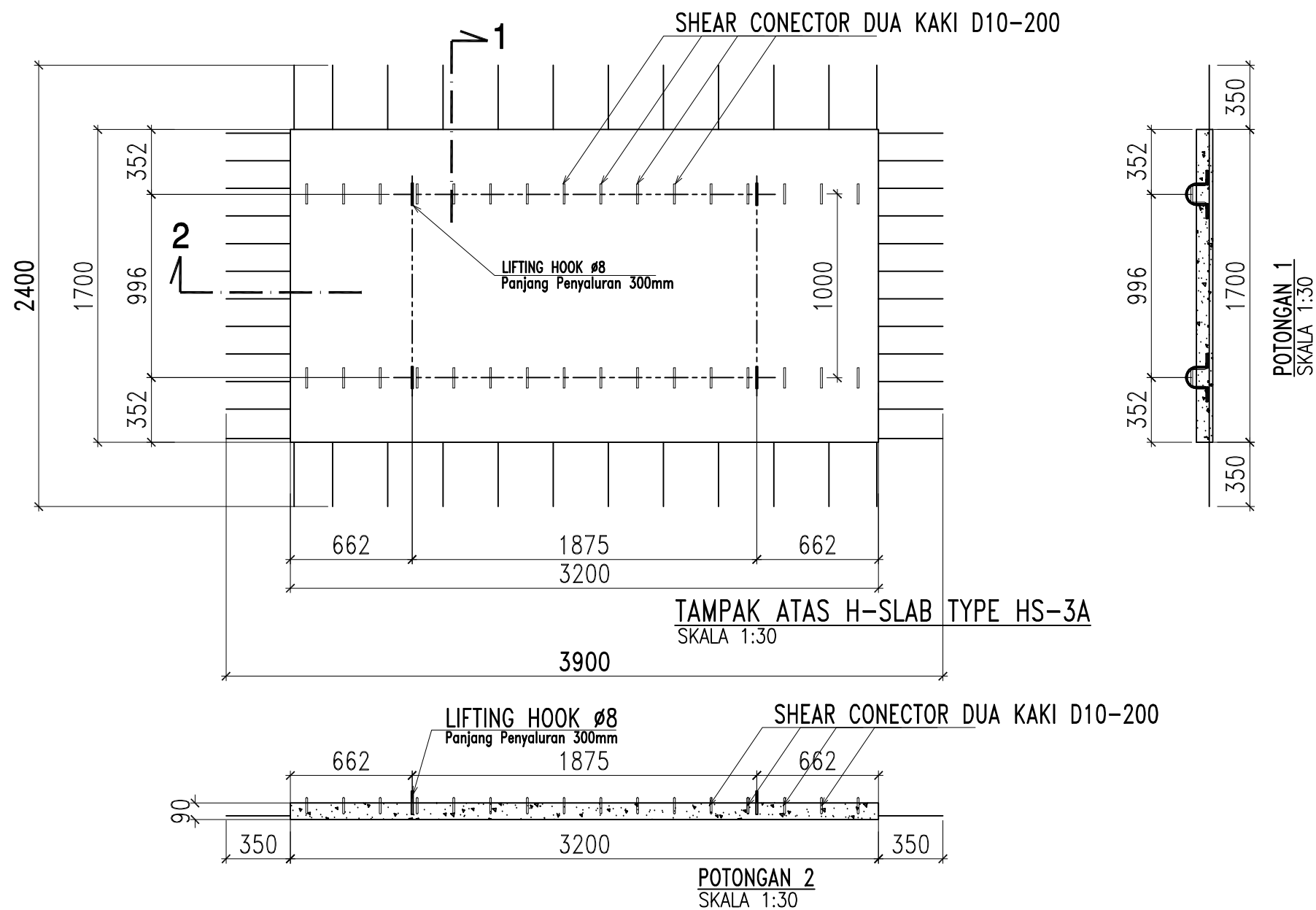
## NAMA BANGUNAN

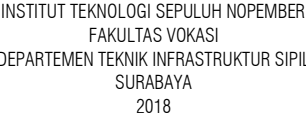
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
TAMPAK ATAS HS-3A	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	48

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.





MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

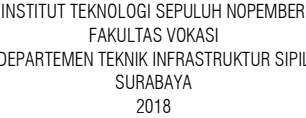
## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
PEMBESIAN DAN DETAIL HS-3A	1 : 30

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	49

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

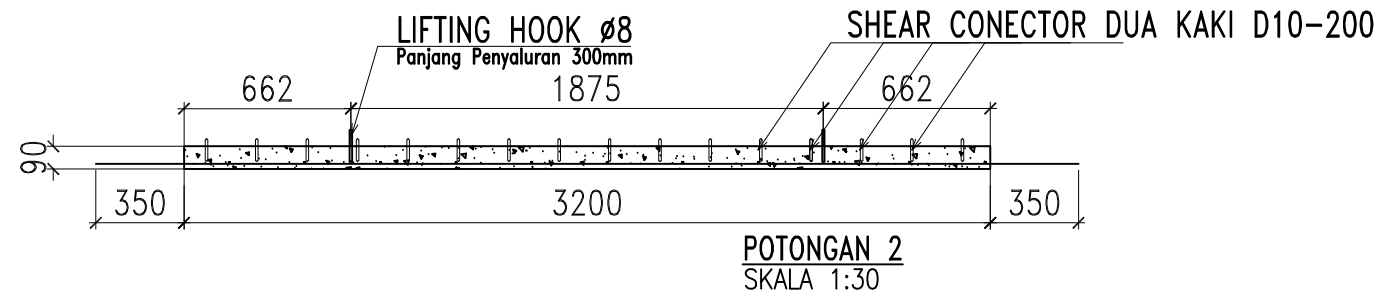
## JAMA BANGUNAN

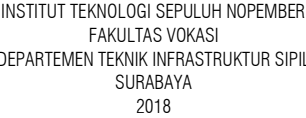
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
TAMPAK ATAS HS-3B	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	50

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.





## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

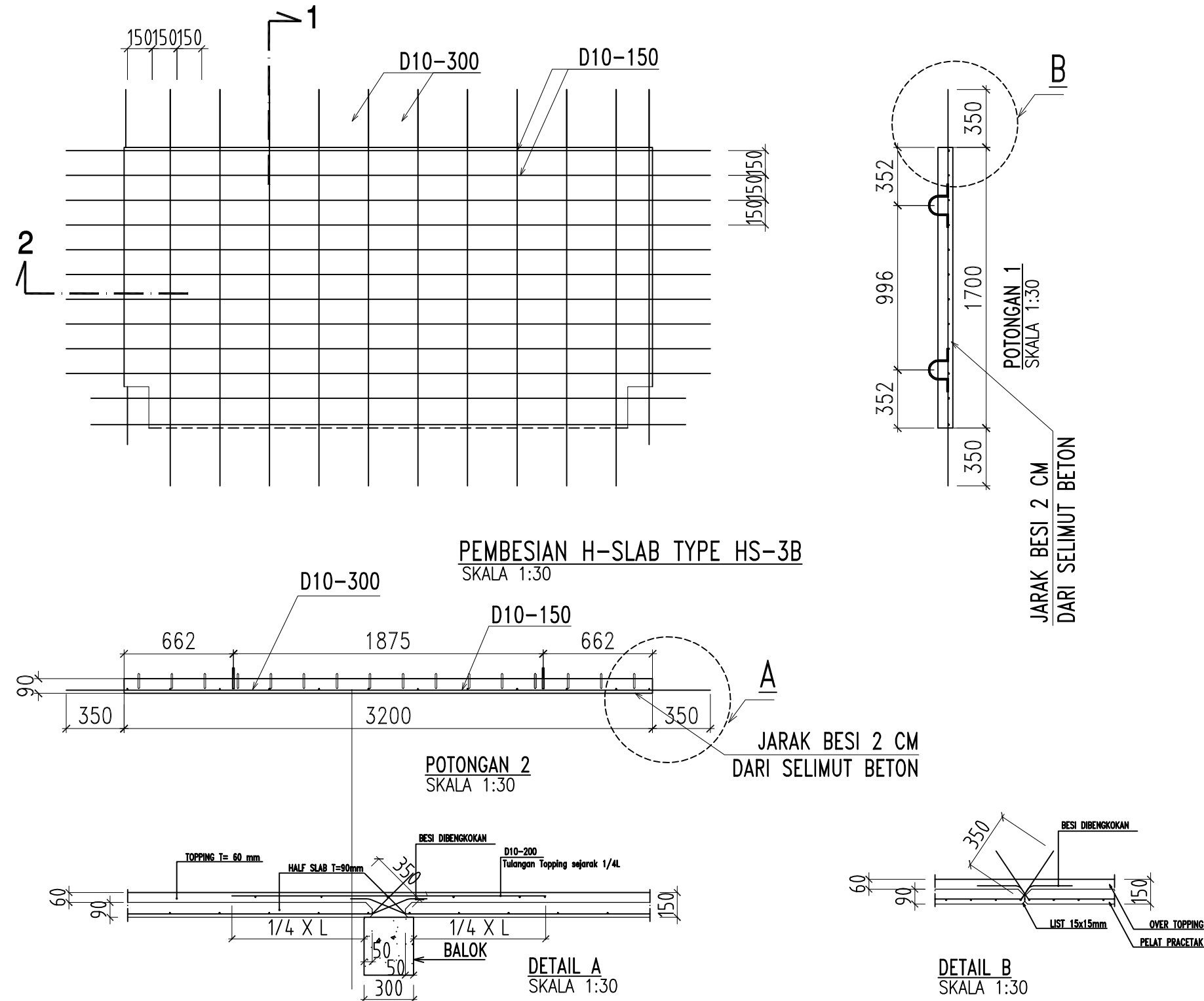
## NAMA BANGUNAN

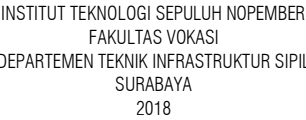
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
PEMBESIAN DAN DETAIL HS-3B	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	51

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.





MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

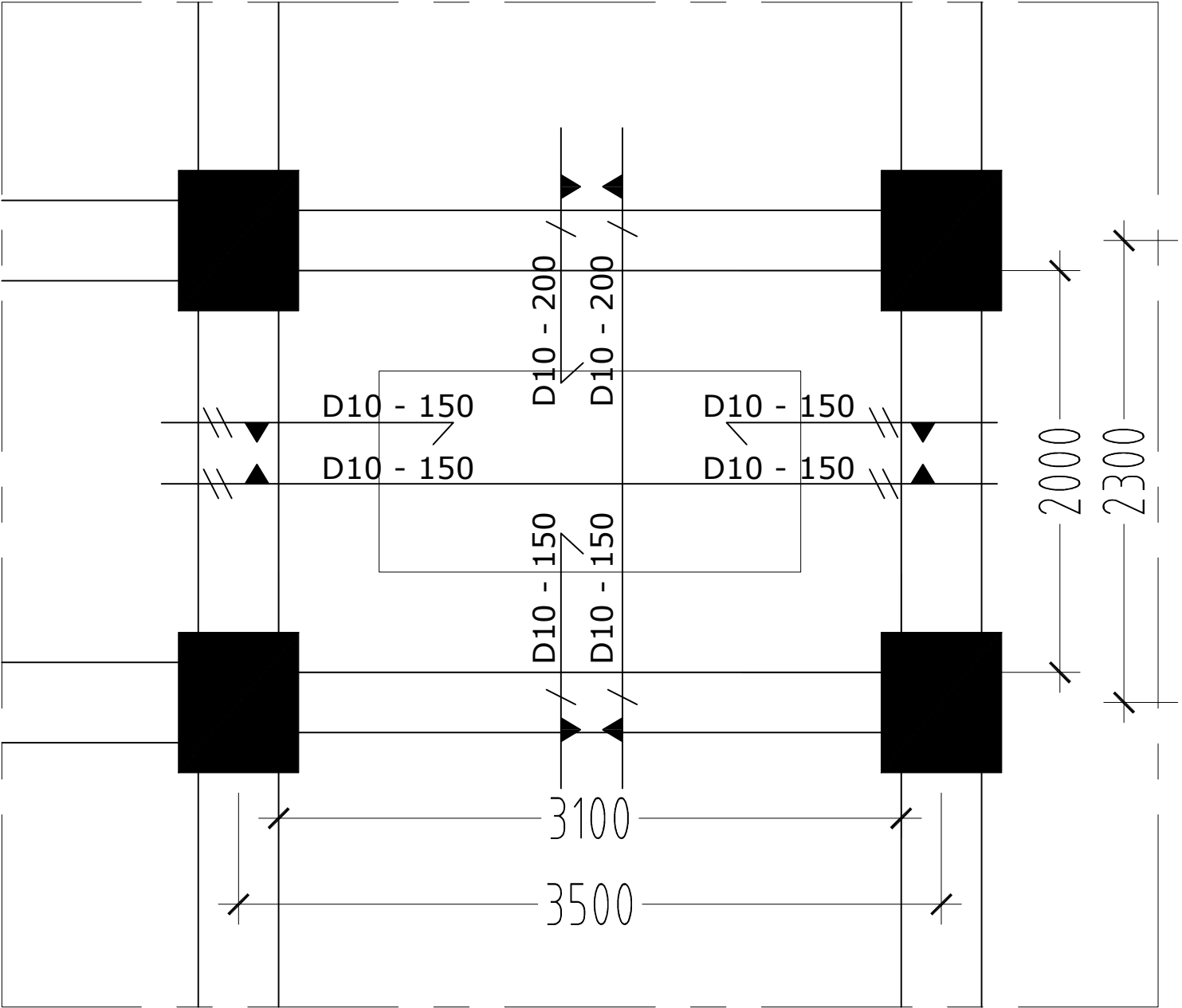
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

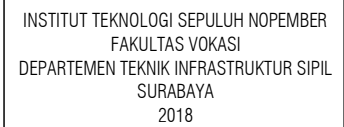
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE A	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	52

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PENULANGAN PLAT COR-INSITU TIPE A  
SKALA 1:30



### PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT	10111410000056
----------------	----------------

[illegible]

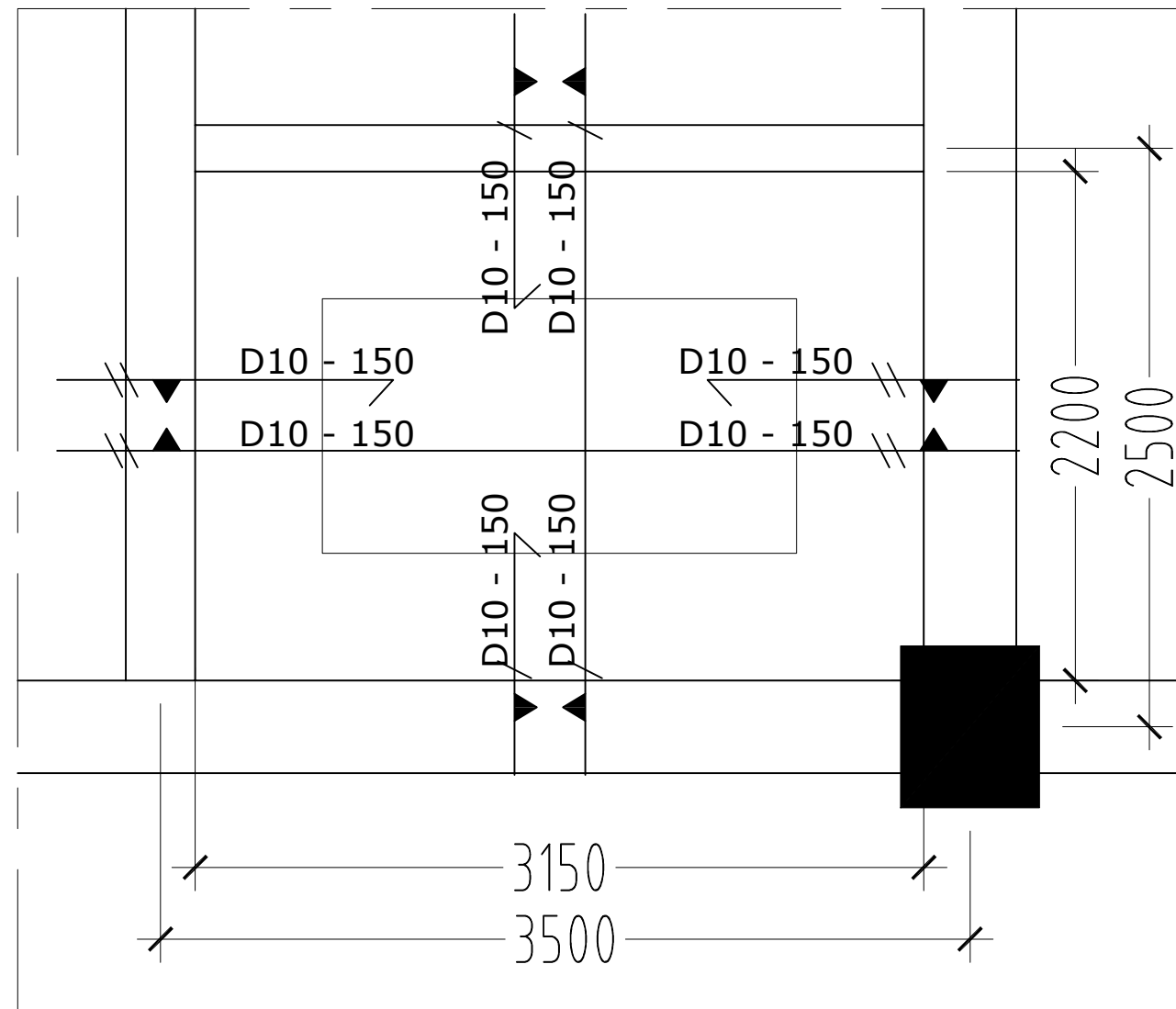
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE B	1 : 30

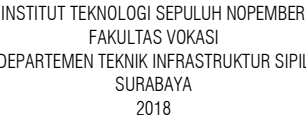
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	53
TGL. JULI 2018		

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PENULANGAN PLAT COR-INSITU TIPE B  
SKALA 1:30





MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

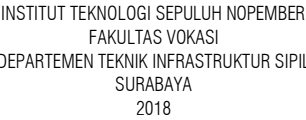
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE C	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	54

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.

DENAH PENULANGAN PLAT COR-INSITU TIPE C  
SKALA 1:30



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

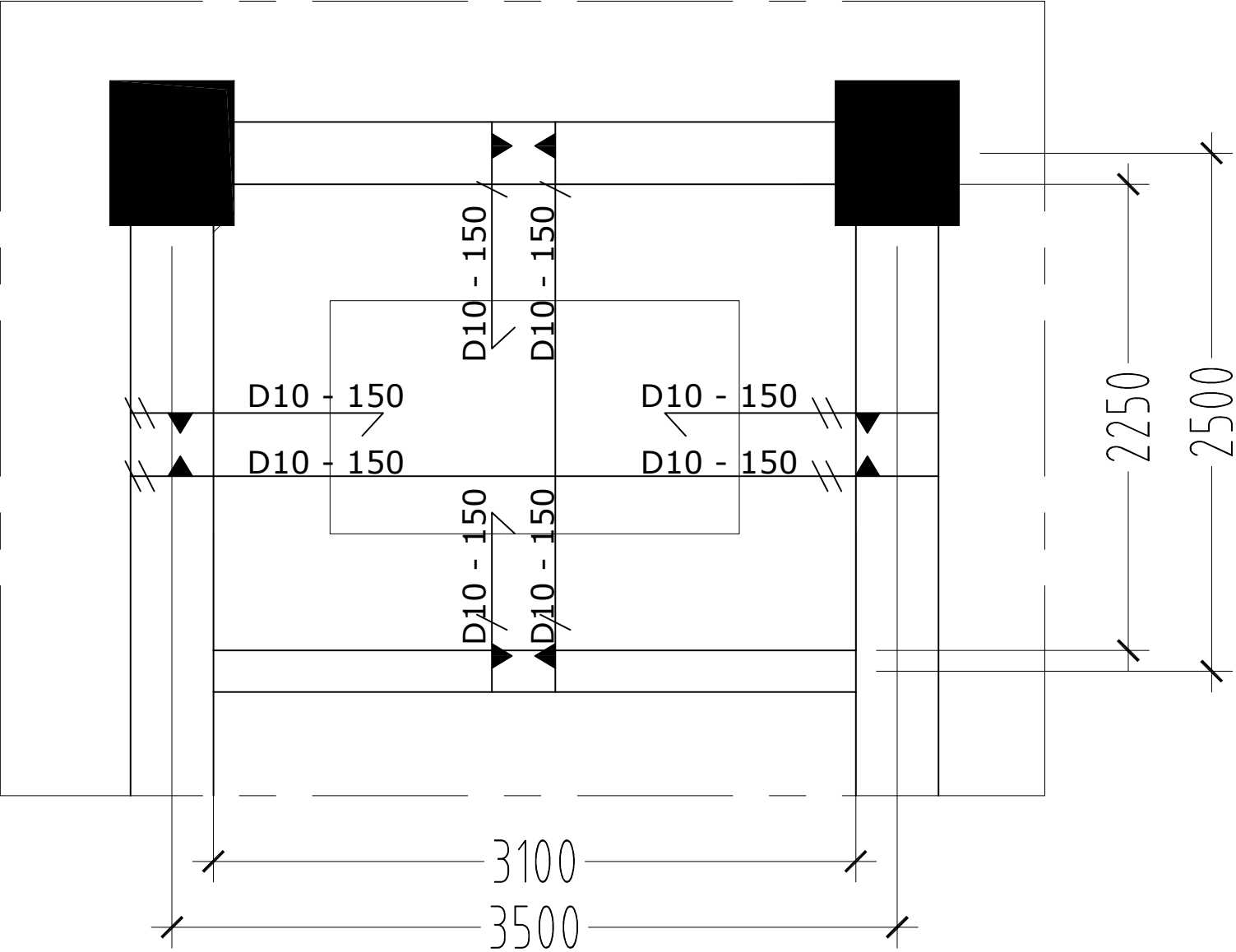
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

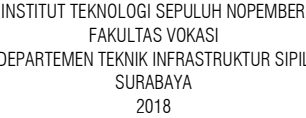
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PENULANGAN PLAT COR INSITU TIPE D	1 : 30

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	55

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGSI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH PENULANGAN PLAT COR-INSITU TIPE D  
SKALA 1:30



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

## JAMA BANGUNAN

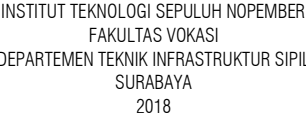
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH DAN PENULANGAN TANGGA	1 : 35

DOKUMEN	KODE	NO. LBR
GAMBAR KERJA	STR	56
TGL. JULI 2018		

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA.  
DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.





## PROYEK AKHIR TERAPAN

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING 1

DOSEN PEMBIMBING 2

MAHASISWA

[illegible]

HOTEL HARVEST

SKALA

1 : 35

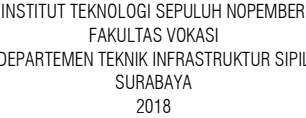
KODE

STR

NO. LBR

57

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

**PETERANGAN**

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL 1 DAN 2	1 : 15

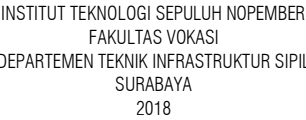
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	58

HAK CIPTA :

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.







## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
--------------	-------

DETAIL BALOK B1-MEMANJANG 1 : 25

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR

GAMBAR KENJA	STR	60
TGL. JULI 2018		

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



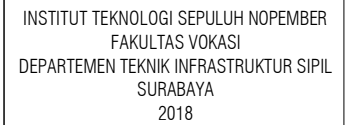
SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



## PROYEK AKHIR TERAPAN

## ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT	10111410000056
----------------	----------------

NAMA BANGUNAN
---------------

JUDUL GAMBAR	
DETAIL BALOK B1-MELINTANG PENDEK	

SKALA
1 : 25

DOKUMEN GAMBAR KERJA	
-------------------------	--

KODE	NO. LBR
STB	61

TGL. JULI 2018
----------------

HAK CIPTA :  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



### PENULANGAN SETELAH KOMPOSIT BALOK TIPE B1 MELINTANG PENDEK

TUMPUAN SEBELUM KOMPOSIT BALOK TIPE B1 MELINTANG PENDEK

LAPANGAN SEBELUM KOMPOSIT BALOK TIPE B1 MELINTANG PENDEK

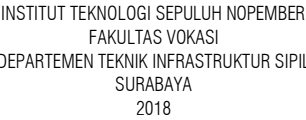
TUMPUAN SETELAH KOMPOSIT BALOK TIPE B1 MELINTANG PENDEK

LAPANGAN SETELAH KOMPOSIT BALOK TIPE B1 MELINTANG PENDEK

SKALA 1 : 25







### PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
--------------	-------

### DETAIL BALOK BA1

KALA

: 25

DOKUMEN  
GAMBAR KERJA

CODE	NO. LBR
------	---------

STR 63

TGL. JULI 2018

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNG OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



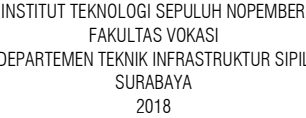
SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



SKALA 1 : 25



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

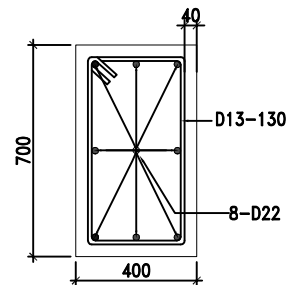
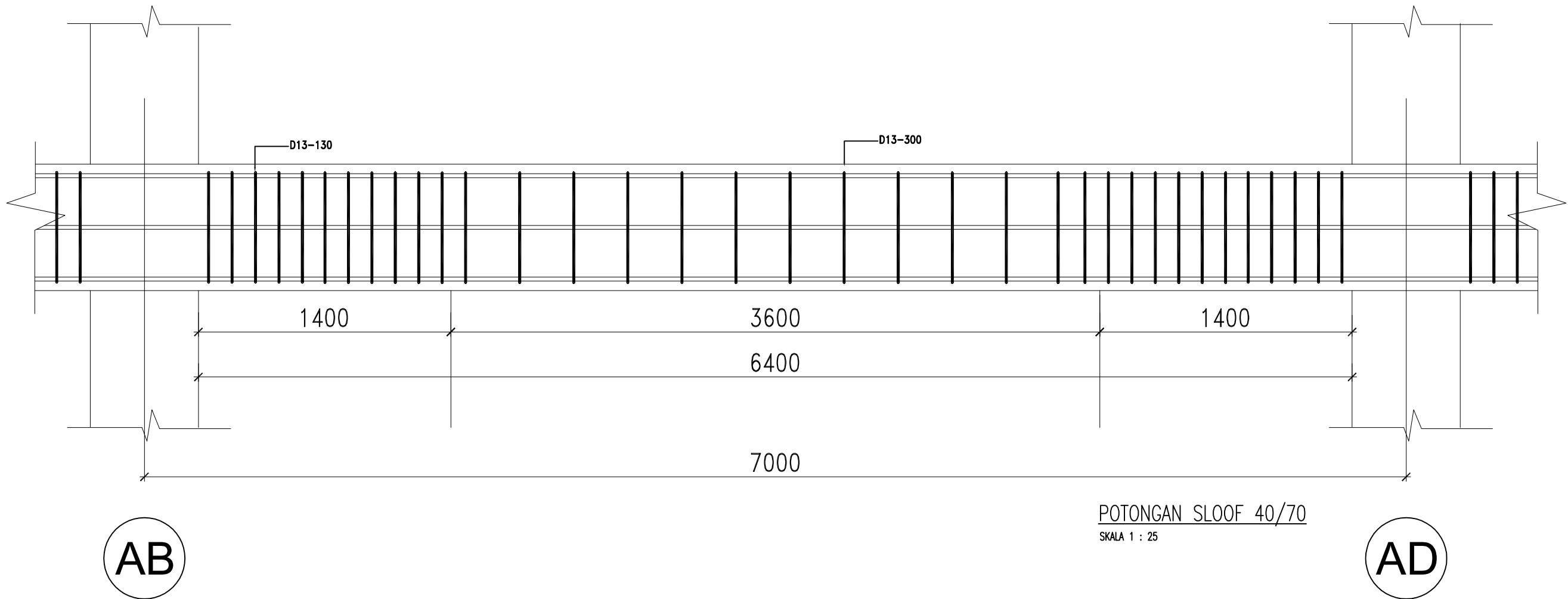
[illegible]

## JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

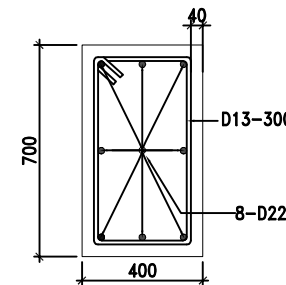
JUDUL GAMBAR		SKALA
DETAIL BALOK SLOOF 40/70		1 : 25
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	64
	TGL. JULI 2018	

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.

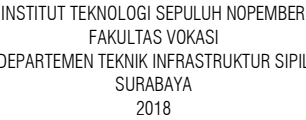


PENAMPANG TUMPUAN SLOOF 40/70

SKALA 1 : 25



PENAMPANG LAPANGAN SLOOF 40/70  
SKALA 1 : 25



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

**KETERANGAN**

**MOSEN PEMBIMBING 1**

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

JOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

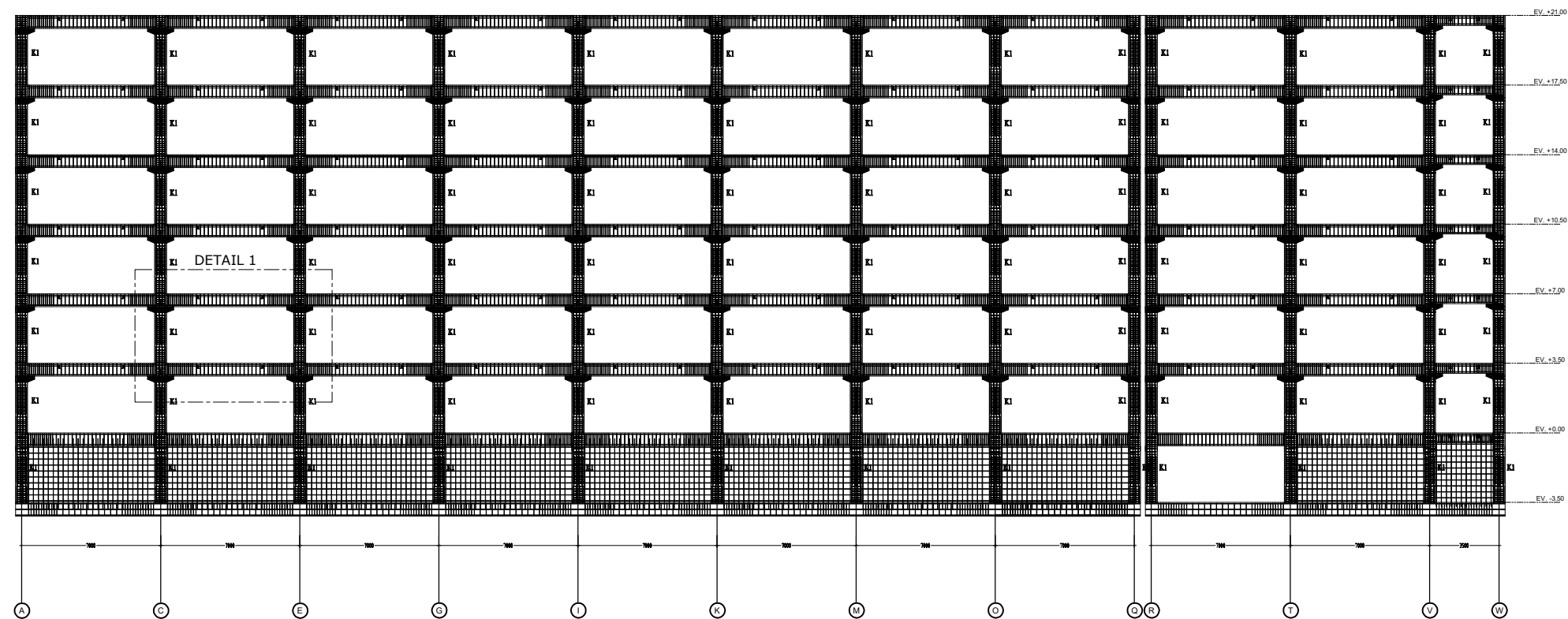
## JAMA BANGUNAN

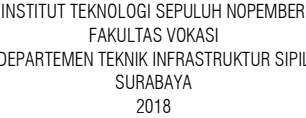
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
PORTAL AS - 1	1 : 300

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	65

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.





## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

## JAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR

### DETAIL 1

SKALA

: 30

DOKUMEN  
GAMBAR KERJA

CODE

STR

10. LE

66

TGL. JULI 2018

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



## DETAIL 1

SKALA 1 : 30



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
SURABAYA  
2018

MATA KULIAH

PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL  
HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI  
KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

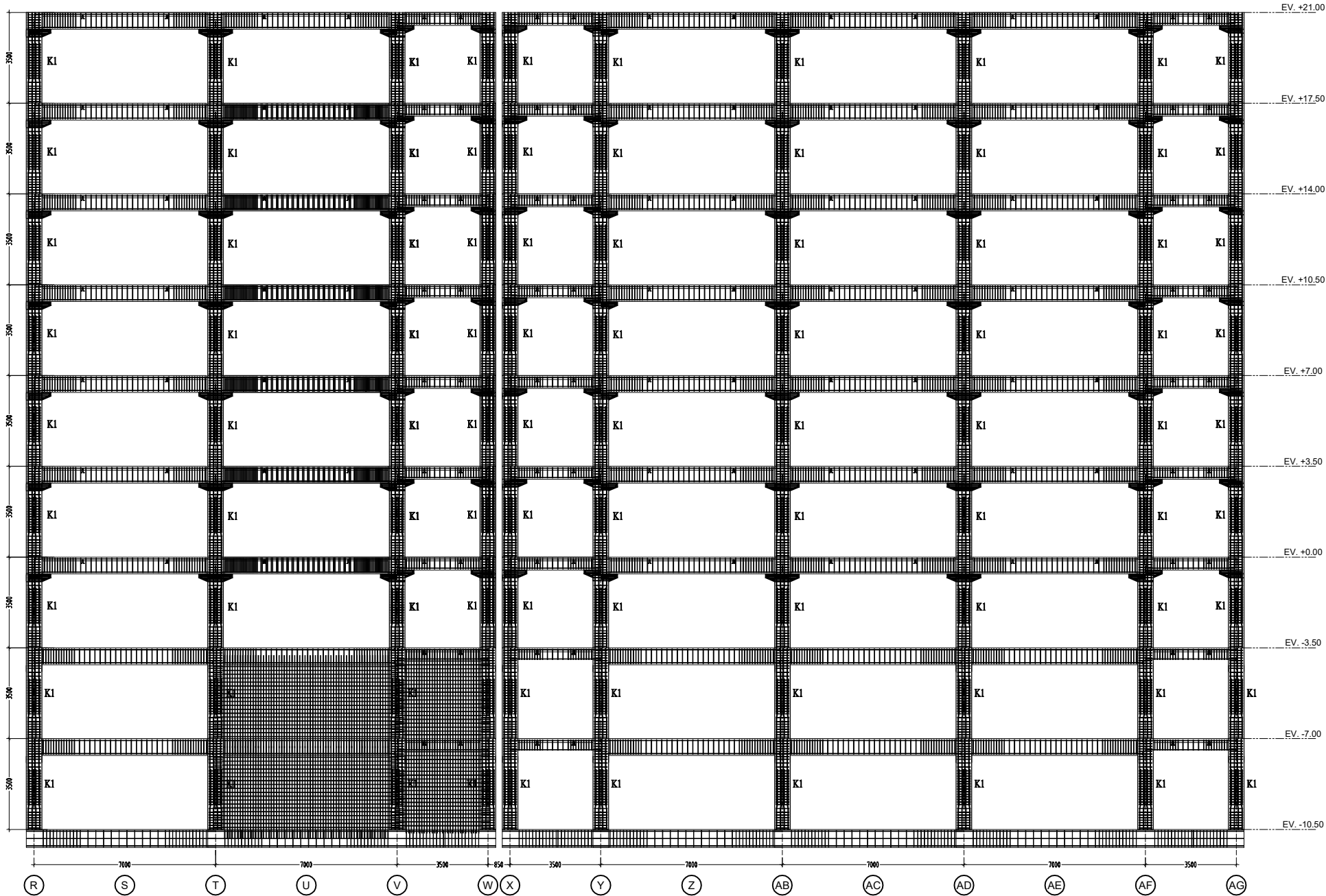
TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

NO.	KETERANGAN REVISI	TANGGAL

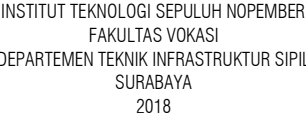
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR		SKALA
PORTAL AS - 6		1 : 200
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	67
TGL. JULI 2018		
HAK CIPTA : SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.		



PORTAL AS - 6  
SKALA 1 : 200



## PROYEK AKHIR TERAPAN

UDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

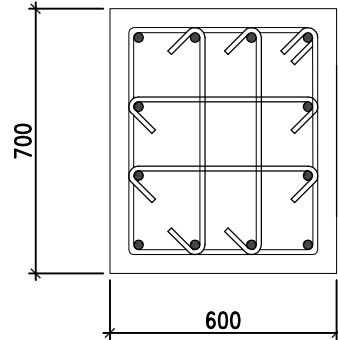
[illegible]

## NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

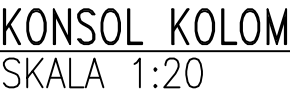
JUDUL GAMBAR		SKALA
DETAIL KOLOM DAN SAMBUNGAN		1 : 20
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	68
	TGL. JULI 2018	

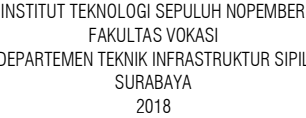
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



# PENULANGAN KOLOM K1

## SKALA 1:20





## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DA BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,M  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

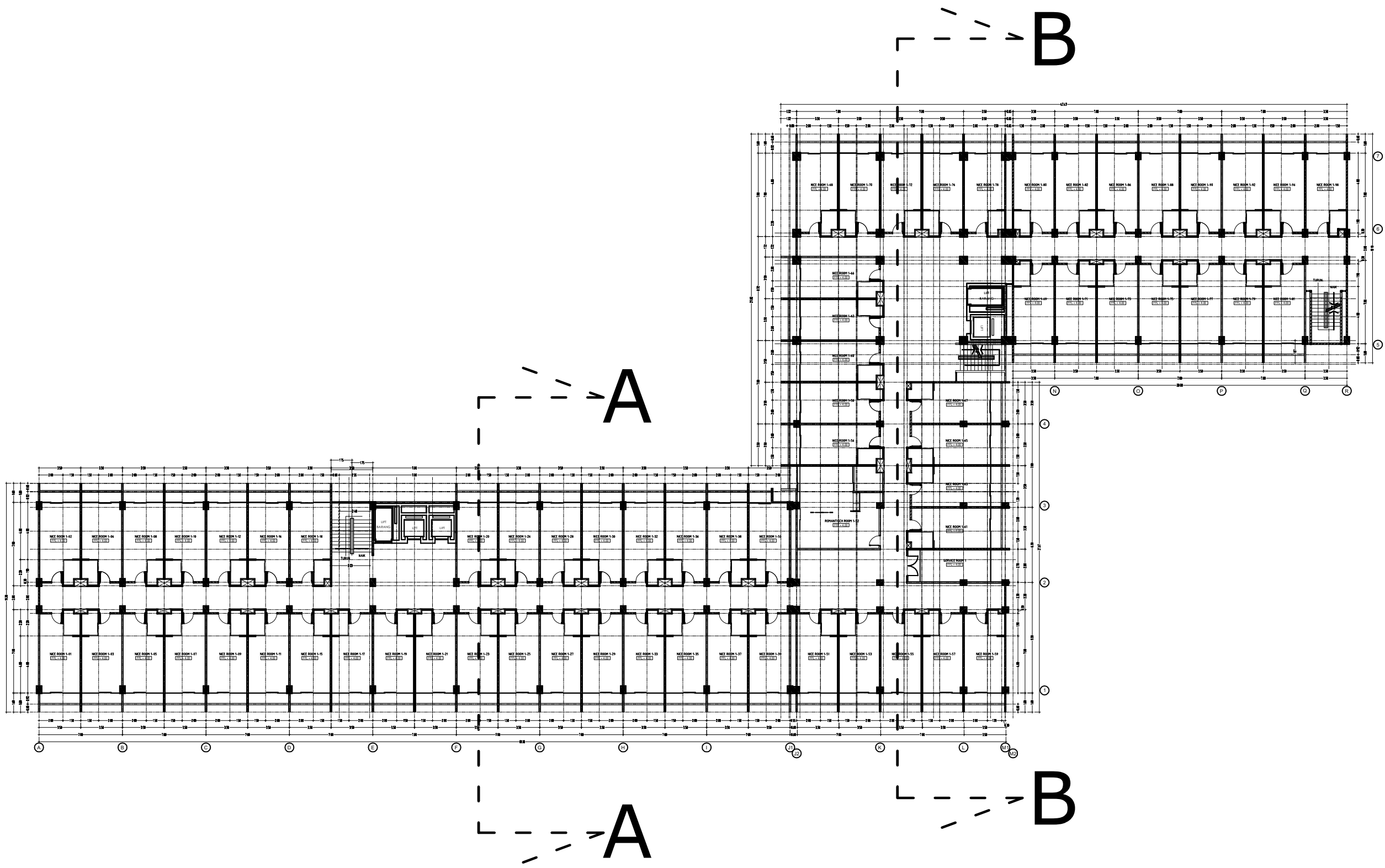
HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
--------------	-------

LAY-OUT	1 : 350
---------	---------

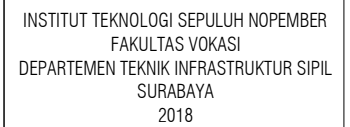
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	ARS	69

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 350  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)





### PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

---

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT	10111410000056
----------------	----------------

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR

SKALA
-------

POTONGAN A-A

1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	
-------------------------	--

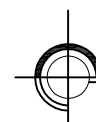
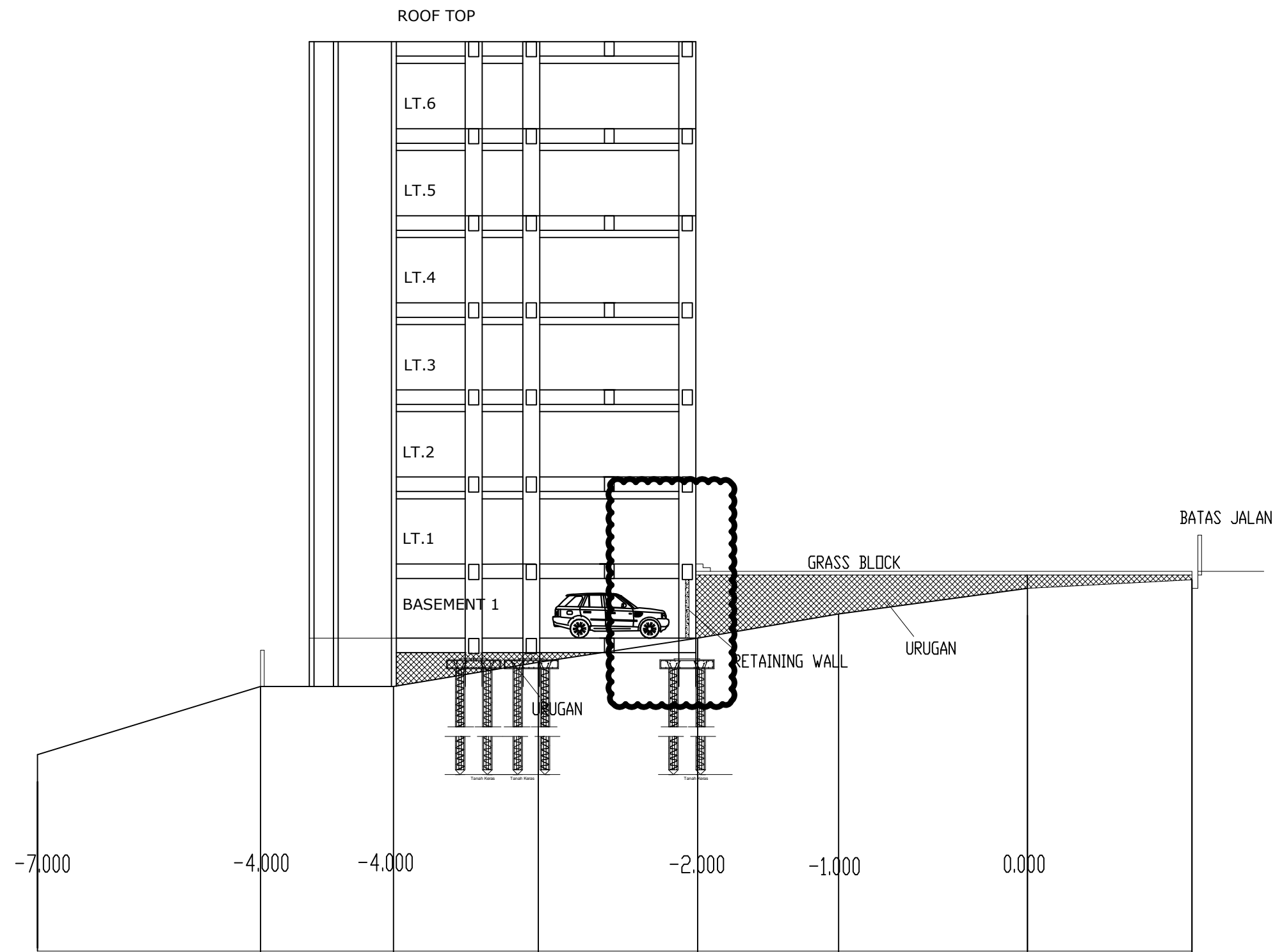
NO. LBR
---------

STR

70

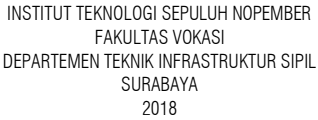
HAK CIPTA :

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



POTONGAN A-A

SKALA 1 : 200  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

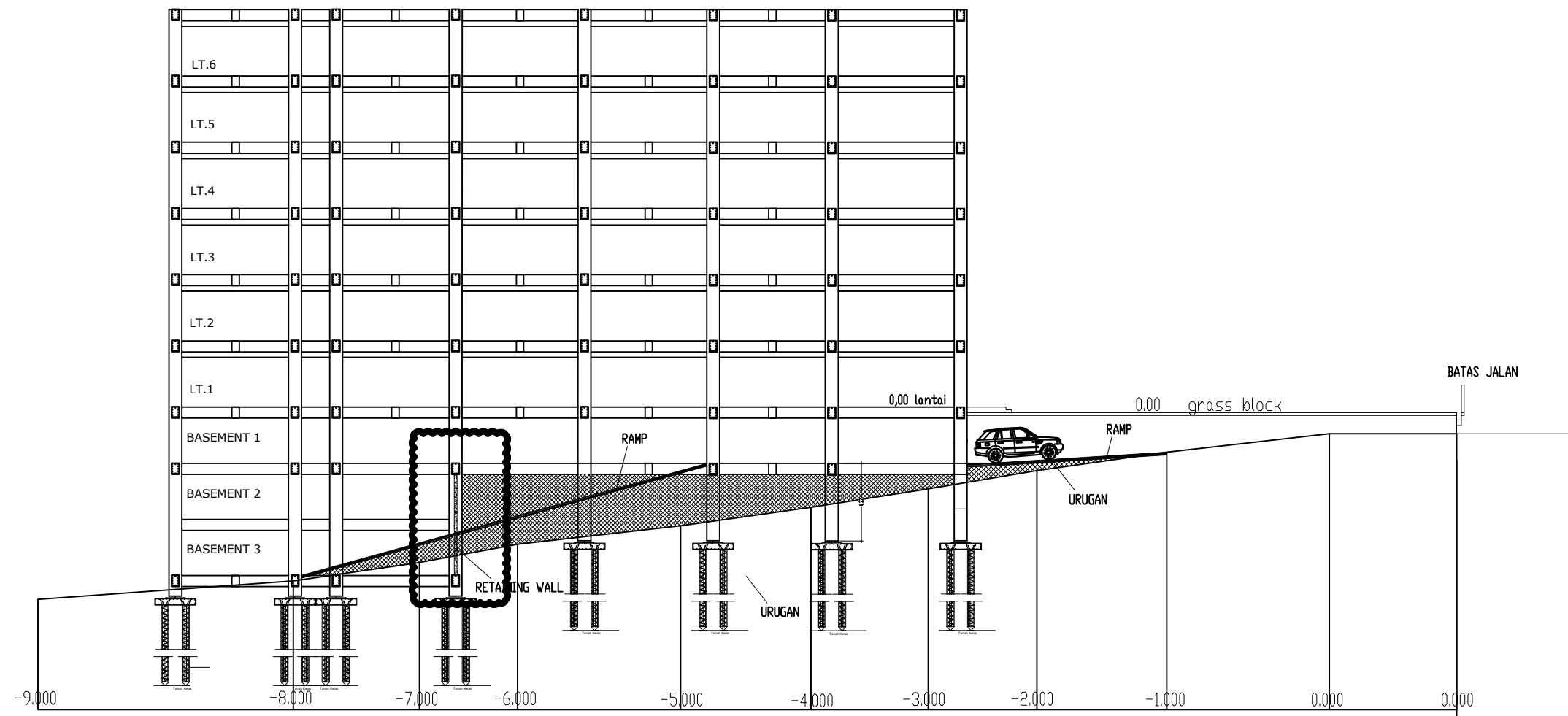
[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

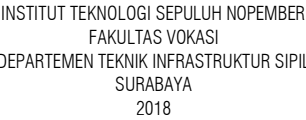
JUDUL GAMBAR		SKALA
POTONGAN B-B		1 : 300
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	71
	TGL. JULI 2018	

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



POTONGAN B-B

SKALA 1 : 300  
(SUMBER : DATA PERENCANAAN ARSITEKTUR HOTEL HARVEST)



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH RETAINING WALL SISI DEPAN	1 : 350

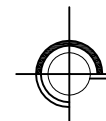
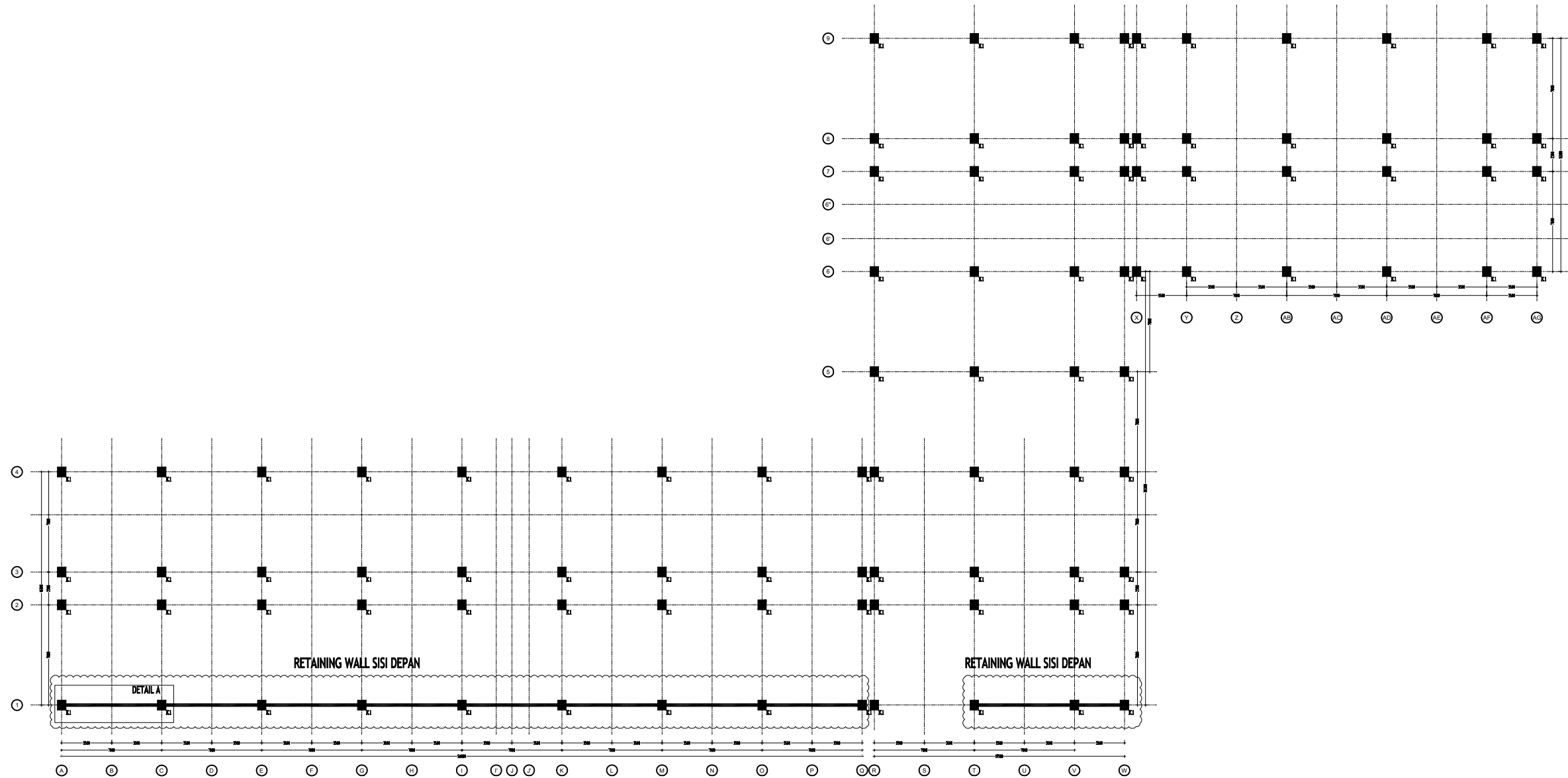
DOKUMEN  
GAMBAR KERJA

CODE	NO. LBR
------	---------

STR 72

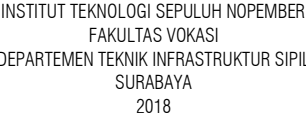
TGL. JULI 2018

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH RETAINING WALL SISI DEPAN (EV. -3.50)

SKALA 1 : 350



MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

ETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR

### DETAIL A

SKALA

: 50

DOKUMEN  
GAMBAR KERJA

CODE

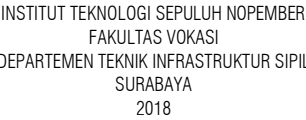
10. LBR

STR

73

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.





MATA KULIAH

## PROYEK AKHIR TERAPAN

JDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

OKAS

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

## PETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 00

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT 10111410000056

[illegible]

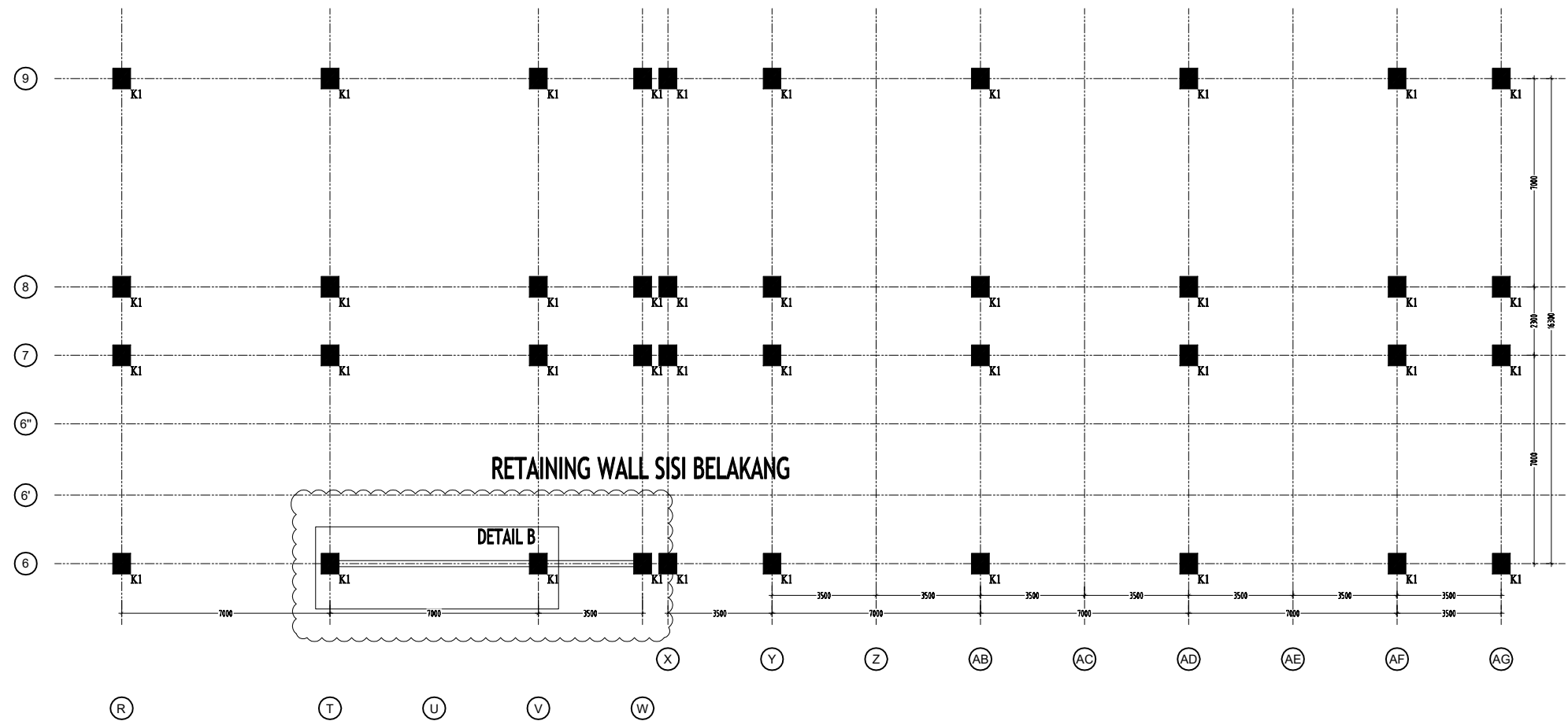
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH RETAINING WALL SISI BELAKANG ELEVASI -7.00	1 : 200

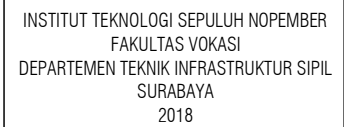
DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
TGL. JULI 2018	STR	74

SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



DENAH RETAINING WALL SISI BELAKANG (EV. -7.00)

SKALA 1 : 200



### PROYEK AKHIR TERAPAN

JUDUL

# ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL HARVEST DENGAN MENGGUNAKAN METODE BETON PRACETAK PADA PELAT DAN BALOK DI KOTA BATU MALANG JAWA TIMUR

## LOKASI

KOTA BATU, MALANG, JAWA TIMUR

KETERANGAN

DOSEN PEMBIMBING 1

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

AFIF NAVIR REFANI, ST.,MT.  
NIP. 19840919 201504 1 001

MAHASISWA

TAUFIQ HIDAYAT	10111410000056
----------------	----------------

[illegible]

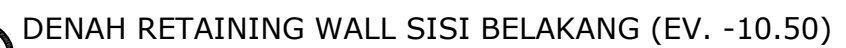
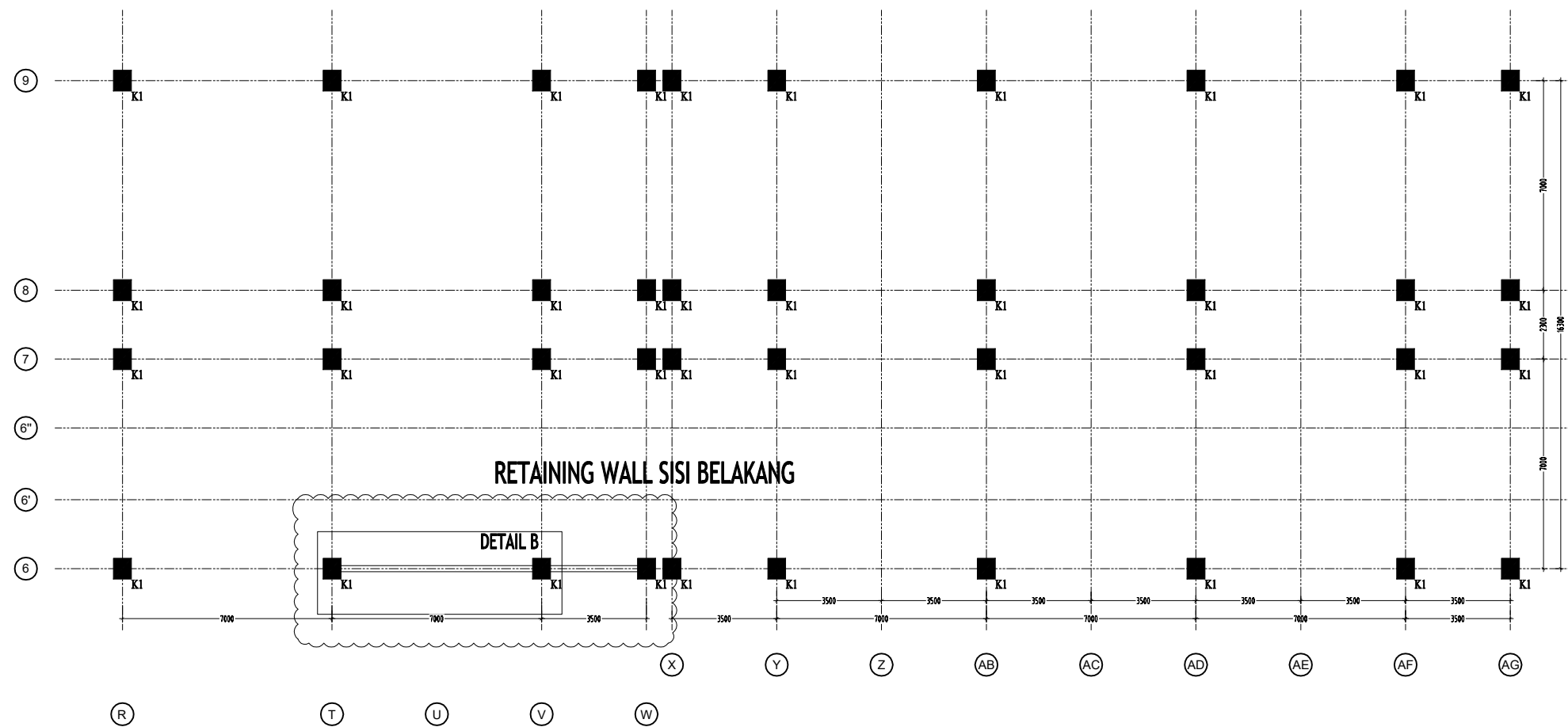
NAMA BANGUNAN

HOTEL HARVEST

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH RETAINING WALL SISI BELAKANG ELEVASI -10.5	1 : 200

DOKUMEN GAMBAR KERJA	KODE	NO. LBR
	STR	75
TGL. JULI 2018		

**HAK CIPTA :**  
SEMUA INFORMASI DAN DATA DALAM GAMBAR INI MENJADI HAK MILIK DAN DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG HAK CIPTA. DILARANG MENGAMBIL, MENGADOPSI, MENGGANDAKAN TANPA IZIN TERTULIS.



SKALA 1 : 200

